

**REVIEW: POTENSI PHYTOCHEMICAL TANIN DARI EKSTRAK
DAUN *Sonneratia alba* SEBAGAI ANTIOBESITAS DAN
ANTIDIABETES**

SKRIPSI

Oleh:

**REGYTA MIRANDA AULIA JASMINE
NIM. 175080307111005**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

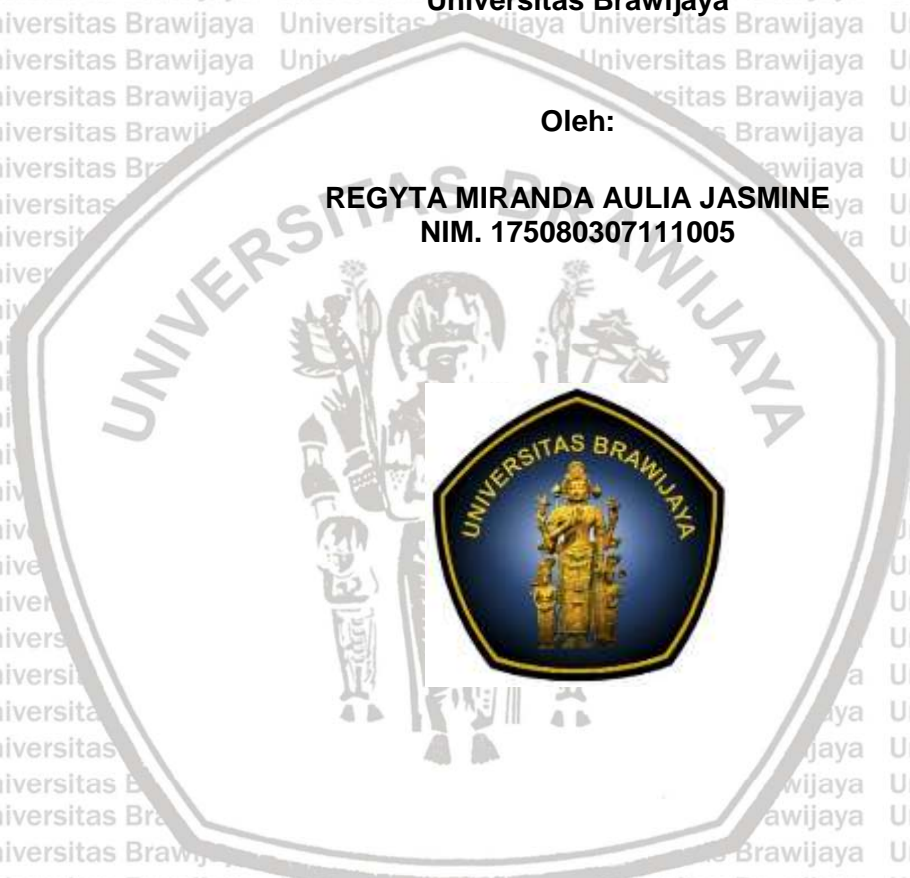
**REVIEW: POTENSI PHYTOCHEMICAL TANIN DARI EKSTRAK
DAUN *Sonneratia alba* SEBAGAI ANTIOBESITAS DAN
ANTIDIABETES**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar
Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**REGYTA MIRANDA AULIA JASMINE
NIM. 175080307111005**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

SKRIPSI

REVIEW: POTENSI PHYTOCHEMICAL TANIN DARI EKSTRAK DAUN *Sonneratia alba* SEBAGAI ANTI OBESITAS DAN ANTIDIABETES

Oleh:

**REGYTA MIRANDA AULIA JASMINE
NIM. 175080307111005**

**Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 6 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**



**Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 7/16/2021**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Dr. Ir. Yahya, MP, as indicated by the text below it.

**Dr. Ir. Yahya, MP
NIP. 19630706 199003 1 005
Tanggal: 6 Juli 2021**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Regyta Miranda Aulia Jasmine

NIM : 175080307111005

Judul Skripsi : *Review: Potensi Phytochemical Tanin dari Ekstrak Daun Sonneratia alba sebagai Antiobesitas dan Antidiabetes*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi.

Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 21 Mei 2021



Regyta Miranda Aulia Jasmine

NIM.175080307111005

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : *Review: Potensi Phytochemical Tanin dari Ekstrak Daun Sonneratia alba* sebagai Antiobesitas dan Antidiabetes

Nama Mahasiswa : Regyta Miranda Aulia Jasmine

NIM : 175080307111005

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Yahya, MP

Pembimbing 2 : -

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes

Dosen Penguji 2 : Eko Waluyo, S.Pi, M.Sc

Tanggal Ujian : 6 Juli 2021



UCAPAN TERIMA KASIH

Pada Proses penulisan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya berupa kesehatan dan kelancaran yang diberikan sehingga Skripsi terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orangtua yang telah mendukung dan memberikan doa tiada henti.
3. Bapak Dr. Ir. Yahya, MP selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing saya dalam penulisan Skripsi.
4. Bapak Prof. Happy Nursyam, MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
5. Bapak Dr. Ir. M. Firdaus, MP selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan yang telah memberikan izin untuk melakukan Skripsi.
6. Ibu Rahmi, S.Pi., M. App. Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Perikanan.
7. KRS *Squad* dan Tim Bimbingan Skripsi Pak Yahya 2017 yang menyemangati saya dalam menulis Skripsi.
8. Teman - teman seperjuangan Skripsi *Fishtech* Angkatan 2017.

Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja yang telah berperan dalam terselaksainnya skripsi ini.

RINGKASAN

REGYTA MIRANDA AULIA JASMINE (175080307111005). Skripsi. *Review: Potensi Potensi Phytochemical Tanin dari Ekstrak Daun Sonneratia alba sebagai Antiobesitas dan Antidiabetes* (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP**).

Dalam limbah daun *Sonneratia alba* terdapat *phytochemical* tanin. Tanin adalah senyawa polifenol yang unik karena senyawa tersebut dapat memberikan efek positif dan negatif bagi kesehatan. Tanin dapat mempengaruhi warna, flavor, dan kualitas nutrisi dari produk bahan pangan. Tanin dapat menjadi senyawa toksik dan antinutrisi jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar. Namun di samping itu tanin juga dapat berfungsi sebagai pencegah timbulnya berbagai penyakit dalam jumlah yang benar. Kadar tanin sebanyak 0,2 % - 0,5% pada pangan mampu menunjukkan efek antiobesitas dan antidiabetes. Batas aman konsumsi tanin adalah sebesar 0,3%-0,6% dalam bahan pangan atau maksimal 560 mg/kg berat badan per hari. Kandungan tanin untuk penepungan langsung sebesar 8,90%, kandungan tanin yang tinggi harus diturunkan terlebih dahulu agar aman untuk dikonsumsi.

Tujuan dari review ini yakni, untuk mengetahui lebih dalam mengenai mangrove *Sonneratia alba* dan *phytochemical* tannin. Selain itu review juga untuk mengetahui tanin dalam bahan pangan, mengetahui lebih dalam bagaimana cara menurunkan kadar tanin sehingga aman bagi bahan pangan dengan fermentasi menggunakan *Trichoderma viride*, mengetahui lebih dalam mengenai potensi *phytochemical* tanin sebagai antiobesitas dan antidiabetes dan mengenai analisa toksikologi untuk keamanan pangan ekstrak tanin dari daun *Sonneratia alba* sebagai antiobesitas dan antidiabetes.

Metode yang digunakan dalam review ini adalah naratif review. Review naratif menjelaskan pengetahuan yang ada tentang topik berdasarkan semua penelitian yang dipublikasikan tersedia tentang topik tersebut. Ulasan tersebut menjelaskan dan memeriksa arus pengetahuan tentang suatu tema atau topik. Tinjauan semacam ini seringkali bersifat deskriptif murni.

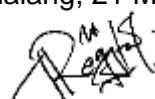
Fermentasi dengan *trichoderma viride* terbukti mampu menurunkan kadar tanin hingga 0,23% pada tepung mangrove, hal ini memungkinkan tepung daun mangrove yang telah terfermentasi taninnya menjadi 0,23% memiliki potensi yang sama sebagai antiobesitas dan antidiabetes. Tanin juga terbukti berpotensi sebagai antiobesitas dan antidiabetes karena kemampuan yang dimilikinya. Tanin diketahui dapat memacu metabolisme glukosa dan lemak, sehingga timbunan kedua sumber kalori ini dalam darah dapat dihindari. Senyawa ini juga mempunyai aktivitas hipoglikemik yaitu dengan meningkatkan glikogenesis. Analisis toksisitas yang dilakukan pada daun *Sonneratia alba* menunjukkan bahwa *Sonneratia alba* non-toksik dan dapat dijadikan sebagai bahan pangan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah Nyalah penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul “Review: Potensi *Phytochemical* Tanin dari Ekstrak Daun *Sonneratia alba* sebagai Antiobesitas dan Antidiabetes”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa usulan Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga menjadi lebih baik, dari isi maupun cara penulisan. Mudah-mudahan Skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak dalam upaya meningkatkan fungsi dan proses belajar mengajar di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Malang, 21 Mei 2021



Regyta Miranda Aulia Jasmine
NIM. 175080307111005

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
IDENTITAS TIM PENGUJI.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
RINGKASAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	4
2. METODE REVIEW.....	5
2.1 Konsep Dasar Literatur Review.....	5
2.2 Tahapan Pembuatan Literature Review.....	6
2.2.1 Penentuan Topik Review.....	8
2.2.2 Pencarian Pustaka.....	8
3. HASIL REVIEW.....	9
3.1 <i>Sonneratia alba</i>	9
3.1.1 Klasifikasi dan Ekologi <i>Sonneratia alba</i>	10
3.1.2 Pemanfaatan Mangrove <i>Sonneratia alba</i>	12
3.1.3 Kandungan <i>Phytochemical</i> pada <i>Sonneratia alba</i>	12
3.2 Tanin.....	13
3.2.1 Struktur Tanin.....	14
3.2.2 Khasiat Tanin Secara Umum.....	15
3.2.3 Uji Fitokimia Tanin pada Mangrove <i>Sonneratia alba</i>	19
3.2.4 Kadar Tanin Dalam Daun <i>Sonneratia alba</i>	20
3.3 Tanin dalam Bahan Pangan.....	21
3.3.1 Pembuatan Tepung dari Daun <i>Sonneratia alba</i>	23
3.3.2 Pengertian Fermentasi Secara Umum.....	24
3.3.3 <i>Trichoderma viride</i>	25

3.3.4 Penurunan Kadar Tanin Dengan Fermentasi.....	27
3.4 Potensi Tanin Sebagai Antiobesitas Dan Antidiabetes.....	29
3.4.1 Mekanisme Tanin Sebagai Antiobesitas	33
3.4.2 Mekanisme Tanin Sebagai Antidiabetes	36
3.5 Analisis Toksikologi <i>Sonneratia alba</i>.....	40
4. KESIMPULAN DAN SARAN	42
4.1 KESIMPULAN	42
4.2 SARAN.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	55



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar Kata Kunci.....	8
Tabel 2. Ciri-Ciri <i>Sonneratia alba</i>	10
Tabel 3. Daftar <i>Phytochemical</i> yang Terkandung Dalam <i>Sonneratia alba</i>	13
Tabel 4. Struktur Tanin.....	15
Tabel 5. Hasil Uji Tanin Pada Bagian-Bagian <i>Sonneratia alba</i>	20
Tabel 6. Perbandingan Hasil Kadar Tanin Setelah Fermentasi.....	29
Tabel 7. Klasifikasi Obesitas Menurut WHO.....	31
Tabel 8. Katagori Diabetes Menurut <i>American Diabetic Association</i> dan WHO.....	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahapan Proses <i>Review</i> Artikel	7
Gambar 2. Bagian-Bagian <i>Sonneratia alba</i>	9
Gambar 3. <i>Sonneratia alba</i>	11
Gambar 4. Uji Fitokimia Tanin Pada Daun <i>Sonneratia alba</i>	19
Gambar 5. Contoh Minuman Yang Mengandung Tanin	22
Gambar 6. Tepung Mangrove	23
Gambar 7. <i>Trichoderma viride</i>	27
Gambar 8. Contoh Obesitas	30
Gambar 9. Ilustrasi Diabetes	32
Gambar 10. Perbedaan Antara Tubuh Normal Dan Obesitas dalam Adiposit	34
Gambar 11. Hubungan Adenopektin Dan Obesitas	35
Gambar 12. Efek <i>Hypoglikemik</i> Pada Tanin	37
Gambar 13. Mekanisme Tanin Sebagai Antiobesitas dan Antidiabetes	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahapan Ekstraksi Daun <i>Sonneratia alba</i>	55
Lampiran 2. Skema Pembuatan Tepung <i>Sonneratia alba</i>	56
Lampiran 3. Produksi dan Inokulasi <i>Trichoderma viride</i>	56
Lampiran 4. Skema Fermentasi dengan <i>Trichoderma viride</i>	57
Lampiran 5. Skema Uji Aktivitas Lipase Pankreas Secara In Vitro.....	58
Lampiran 6. Skema Uji Aktivitas α -Glukosidase In Vitro.....	59
Lampiran 7. Skema Uji Penyerapan Lipid dan Karbohidrat In Vivo.....	60
Lampiran 8. Skema Uji Toksisitas <i>Sonneratia alba</i>	61



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi sumber daya mangrove yang besar. Sumber daya hayati ekosistem mangrove yang diyakini sangat tinggi produktif tidak hanya pada kualitas air muara sebagai habitat untuk banyak spesies ikan dan udang yang penting secara komersial saja, tetapi juga mampu menyediakan berbagai produk hutan yang berharga. Untuk negara tropis, mangrove merupakan salah satu sumber daya alam yang penting untuk sektor pembangunan guna meningkatkan kesejahteraan manusia melalui eksploitasi sumber daya dan lingkungan stabilitas (Rizal *et al.*, 2018). Oleh karenanya, untuk memanfaatkan hasil hutan mangrove secara lestari tanpa memberikan dampak kerusakan pada ekosistem mangrove, diperlukan penerapan-penerapan teknologi yang tepat (Basyuni *et al.*, 2018).

Mangrove selain untuk pelestarian alam, mangrove juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar olahan makanan. Mangrove terbukti memiliki kandungan yang berguna untuk tumbuh kembang dan kecerdasan. Sudah banyak masyarakat khususnya masyarakat pesisir yang memanfaatkan buah dan limbah daun bakau sebagai bahan baku makanan yang diproses (Hardoko *et al.*, 2015). Mangrove biasa tumbuh dan berkembang pada wilayah estuaria serta memiliki adaptasi yang unik untuk menghadapi tekanan lingkungan berupa salinitas tinggi, temperatur tinggi, dan radiasi sinar matahari yang kuat, serta melimpahnya mikroorganisme dan insekta. Tumbuhan yang dapat hidup pada daerah ekstrim seperti ini, tentu memiliki senyawa berupa bioaktif *agent* melindunginya dari kerusakan. Karena hal itu, oleh masyarakat pesisir mangrove juga digunakan sebagai bahan untuk pengobatan tradisional (Dhahibhate *et al.*, 2019).

Sonneratia alba merupakan salah satu jenis mangrove yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan (Morada *et al.*, 2011). *Sonneratia alba* salah satu tanaman mangrove yang banyak ditemukan di pesisir negara-negara di Asia antara lain seperti negara Indonesia, Malaysia Filipina dan India. Mangrove jenis ini juga ditemukan di negara Cina dan Australia. *Sonneratia alba* merupakan jenis mangrove yang tumbuh di habitat rawa yang berlokasi di pantai yang terlindung, juga di bagian yang lebih asin di sepanjang pinggiran sungai yang dipengaruhi pasang surut. Mangrove jenis ini juga tumbuh di sepanjang garis pantai. Masyarakat memanfaatkan buah mangrove dan limbah mangrove berupa daun dan batang sebagai bahan pangan dan obat tradisional karena memiliki potensi kandungan bioaktif yang sangat tinggi (Paputungan *et al.*, 2017).

Limbah daun mangrove berupa rontokan daun biasa dimanfaatkan sebagai tepung (Mulyatun *et al.*, 2019). Dalam limbah daun *Sonneratia alba* terdapat *phytochemical* yang terdiri dari phenols, flavonoid, tanin, steroid, triterpenoid dan alkaloid (Dotulong *et al.*, 2018). Sebagai bahan yang dapat dijadikan sumber pangan, limbah daun mangrove *Sonneratia alba* memiliki kandungan tanin yang sangat besar dan sulit untuk dikonsumsi oleh manusia karena rasa tanin yang pahit (Soenarjo dan Supriyantini, 2017).

Tanin adalah senyawa polifenol yang unik karena senyawa tersebut dapat memberikan efek positif dan negatif bagi kesehatan. Tanin dapat mempengaruhi warna, flavor, dan kualitas nutrisi dari produk bahan pangan. Tanin dapat menjadi senyawa toksik dan antinutrisi jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar (Popova dan Mihaylova, 2019). Pada tanaman sendiri tanin memberikan rasa pahit. Namun di samping itu tanin juga dapat berfungsi sebagai pencegah timbulnya berbagai penyakit. (Suarni dan Subagio, 2013; Setiarto dan Widhyastuti, 2017).

Tanin diketahui memiliki kemampuan sebagai inhibitor lemak pankreas yang bekerja dengan cara menghambat absorpsi lemak melalui feses. Peran tanin

dalam menghambat aktivitas lipase pankreas dapat meningkatkan ekskresi lemak lewat feses. Hal ini memungkinkan obesitas semakin turun (Chen et al., 2018).

Tanin memiliki sifat sebagai astringen yang dapat mempresipitasikan protein selaput lendir usus dan membentuk lapisan yang melindungi usus, sehingga penyerapan glukosa akan terhambat (Ashok dan Upadhayaya, 2012). Hal ini menyebabkan kadar glukosa dalam darah menurun karena proses glikolisis dan absorpsi glukosa akan terhambat (Fiana et al., 2016).

Kadar tanin dalam daun *Sonneratia alba* sebesar 29,12 % (Halimu, 2016).

Batas aman kadar tanin untuk konsumsi pada manusia adalah 0,3%- 0,6% (FAO No.48A 1970; FAO JECFA, 2009) atau 560mg/kg berat badan/hari (Wignyanto et al., 2013 ; Hardoko et al., 2015). Oleh karena kandungan tanin pada limbah daun mangrove *Sonneratia alba* sangat besar maka dalam pemanfaatannya sebagai bahan pangan, kadar tanin harus diturunkan terlebih dahulu agar berada di bawah ambang batas aman konsumsi (Indranatan, 2014). Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar tanin adalah dengan proses fermentasi (Belur dan Mugaraya, 2011).

Limbah daun mangrove *Sonneratia alba* bisa dijadikan sebagai bahan pangan berupa tepung yang kemudian difermentasi dengan menggunakan starter kapang *Trichoderma viride* agar kandungan ekstrak taninnya menjadi berada di bawah ambang batas aman dan layak untuk dikonsumsi. *Trichoderma viride* merupakan sejenis fungi berfilamen yang menghasilkan enzim tanase yang dapat mendegradasi atau mengurangi kadar tanin (Banerjee et al., 2012). Kadar tanin pada bahan pangan biasanya tidak sepenuhnya menghilang namun berhasil diturunkan dan rasa sepat yang ditimbulkan juga telah berkurang (Tanjung et al., 2018).

Berdasarkan latar belakang diatas, perlu dilakukan suatu review untuk membuktikan apakah ekstrak tanin dari limbah daun *Sonneratia alba* dapat

berpotensi sebagai antiobesitas dan antidiabetes dikarenakan kemampuan yang dimilikinya. Tanin yang telah berada di bawah ambang batas aman konsumsi pada bahan pangan kemudian juga dianalisis apakah dapat menjadikan bahan pangan tersebut memiliki potensi sebagai antiobesitas dan antidiabetes. Analisa toksikologi untuk keamanan pangan juga akan dilakukan pada review.

1.2 Tujuan

Tujuan dari review jurnal ini yaitu untuk:

1. Mengetahui lebih dalam mengenai mangrove *Sonneratia alba*
2. Mengetahui lebih dalam mengenai *phytochemical* tannin dalam
3. Untuk mengetahui tanin dalam bahan pangan.
4. Mengetahui lebih dalam bagaimana cara menurunkan kadar tanin sehingga aman bagi bahan pangan dengan fermentasi menggunakan *Trichoderma viride*.
5. Mengetahui lebih dalam mengenai potensi *phytochemical* tanin sebagai antiobesitas dan antidiabetes.
6. Mengetahui lebih dalam mengenai analisa toksikologi untuk keamanan pangan ekstrak tanin dari daun *Sonneratia alba* sebagai antiobesitas dan antidiabetes.

2. METODE REVIEW

Pada bab ini membahas tentang dasar *review*, metode *review* yang akan digunakan dan proses atau langkah-langkah dalam pembuatan *review*. Bab ini juga akan dijelaskan kelebihan dan kekurangan *review* secara umum. Bab ini juga akan menjelaskan tahapan dalam membuat *review*.

2.1 Konsep Dasar Literatur Review

Survei artikel ilmiah, buku, dan sumber lain yang relevan dengan masalah tertentu, bidang penelitian, atau teori, dan dengan demikian, memberikan deskripsi, ringkasan, dan evaluasi kritis dari karya-karya merupakan pengertian dari *review* artikel. Ulasan literatur tersebut dirancang untuk memberikan gambaran atau ilustrasi tentang sumber yang telah dijelajahi saat meneliti topik tertentu dan untuk menunjukkan kepada pembaca bagaimana penelitian yang sedang diteliti cocok dengan bidang studi yang lebih besar (Ramdhani *et al.*, 2014). Kemampuan untuk menangani beberapa tugas, dari menemukan dan mengevaluasi materi yang relevan, mensintesis informasi dari berbagai sumber, dari pemikiran kritis hingga parafrase, evaluasi dan keterampilan mengutip sangat dibutuhkan mereview artikel (Pautasso, 2013).

Review artikel yang mencakup komponen kuantitatif terdiri dari meta-analitik dan tinjauan sistematis. Sedangkan *review* yang mencakup komponen kualitatif disebut dengan naratif *review*. Bersama-sama mereka menyediakan platform untuk kerangka kerja konseptual baru, mengungkapkan ketidakonsistenan dalam tubuh penelitian yang masih ada, mensintesis hasil yang beragam, dan umumnya memberikan gambaran "mutakhir" dari suatu domain, yang sering ditulis oleh pakar topik (Palmatier *et al.*, 2018). Tinjauan sistematis bertujuan untuk secara komprehensif menemukan dan mensintesis

penelitian yang berkaitan dengan pertanyaan tertentu, menggunakan prosedur yang terorganisir, transparan, dan dapat direplikasi di setiap langkah dalam proses. Seperti definisinya menyatakan, tinjauan sistematis menggunakan kriteria eksplisit untuk pemilihan dan penyertaan artikel dan transparan sehubungan dengan kriteria ini dan proses analitik yang digunakan sehingga orang lain dapat mereproduksi hasil. Tinjauan sistematis dapat memanfaatkan berbagai cara metode untuk menganalisis artikel yang dipilih termasuk penambangan teks, kutipan, dan analisis kutipan, dan / atau pemodelan topik. (Littel dan Corcoran, 2011). Sebuah meta-analisis adalah seperangkat metode statistik untuk menggabungkan hasil kuantitatif dari beberapa penelitian untuk menghasilkan ringkasan keseluruhan pengetahuan empiris pada topik tertentu. Analisis meta menarik kesimpulan berdasarkan data yang dikumpulkan dari beberapa studi independen. Mereka dapat digunakan untuk mengeksplorasi sejauh mana dimana berbagai efek terjadi dan dapat membantu menjelaskan variasi dalam efek (Hall et al., 2011). *Review* naratif menjelaskan pengetahuan yang ada tentang topik berdasarkan semua penelitian yang dipublikasikan tersedia tentang topik itu. Ulasan tersebut menjelaskan dan memeriksa arus pengetahuan tentang suatu tema atau topik. Tinjauan semacam ini, seringkali bersifat deskriptif murni dengan tidak adanya proses metodologi untuk memilih dan mengevaluasi artikel yang dipilih (Barczak, 2017). Dalam literatur *review* kali ini penulis memilih metode naratif *review*.

2.2 Tahapan Pembuatan Literature Review

Dalam penyusunan literatur *review* artikel ini, penulis menggunakan metode *review* artikel berdasarkan Ramdhani et al., (2014) yang dapat dilihat pada Gambar 1. *review* artikel, hal pertama yang dilakukan penulis adalah melakukan perencanaan *review* dan menentukan topik. Setelah membaca berbagai artikel

dan jurnal mengenai phytochemical tanin, penulis memutuskan untuk melakukan *review phytochemical* tanin dari ekstrak daun *Sonneratia alba* sebagai antiobesitas dan antidiabetes. Selain itu analisis toksikologi pada pangan juga akan dilakukan.

Tahap kedua dalam membuat literature *review* artikel yaitu mencari dan memilah artikel. Penulis mencari jurnal dan artikel melalui internet dengan kata kunci dari topik yang dipilih sebelumnya, Dalam proses pencarian jurnal dan artikel penulis menggunakan mesin pencarian Google (Google Buku dan Google Cindekia) dan juga beberapa situs penyedia informasi ilmiah seperti *ScienceDirect*, *Elsevier*, *Springer*, *Neliti* dan lain-lain.

Tahap ketiga dalam literatur *review* artikel yaitu penganalisaan jurnal dan artikel yang telah dikumpulkan sebelumnya. Informasi penting dicari selama proses membaca. Selama membaca, penulis tidak lupa untuk mencatat hal-hal yang penting guna menunjang penulisan literatur *review* artikel.

Tahap keempat dalam proses *review* artikel yaitu menyusun tulisan literatur *review*. Pada tahap ini penulis menuliskan temuan informasi yang didapatkan dan menjelaskan secara jelas agar pembaca mudah memahami. Isi dari literatur *review*. Terdapat 5 bagian literatur *review* yaitu pendahuluan, metode, hasil *review*, kesimpulan dan saran serta referensi.



Gambar 1 Tahapan Proses *Review* Artikel

2.2.1 Penentuan Topik Review

Topik yang digunakan penulis dalam literature review ini yaitu potensi *phytochemical* tanin dari ekstrak daun *Sonneratia alba* sebagai antiobesitas dan antidiabetes. Topik tersebut dipilih karena saat penulis menelaah jurnal-jurnal internasional, terdapat beberapa jurnal yang memaparkan bahwa tanin dapat dijadikan sebagai antiobesitas dan antidiabetes. Pada jurnal nasional jarang sekali topik tersebut diangkat. Selama ini topik yang diangkat pada jurnal nasional sering kali hanya tentang tanin sebagai antioksidan, antibakteri maupun tanin sebagai zat antinutrisi yang harus dihilangkan pada bahan pangan karena rasanya yang pahit.

Padahal tanin sendiri merupakan zat yang unik. Apabila dalam kadar yang tinggi tanin dapat menjadi antinutrisi namun apabila dalam kadar yang sesuai tanin dapat menjadi pencegah timbulnya berbagai penyakit. Oleh karena terbatasnya penelitian yang menguji potensi *phytochemical* tanin sebagai antiobesitas dan antidiabetes dan beberapa pertimbangan tersebut penulis memilih topik potensi *phytochemical* tanin dari ekstrak daun *Sonneratia alba* sebagai antiobesitas dan antidiabetes dalam literature review ini.

2.2.2 Pencarian Pustaka

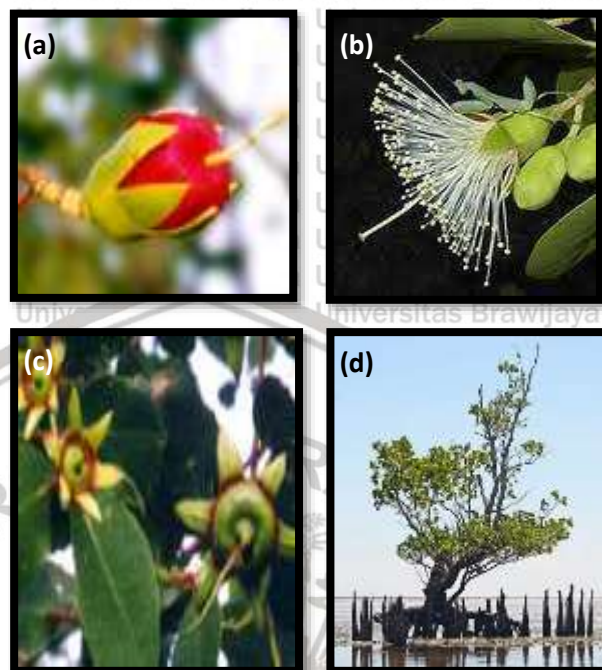
Pencarian sumber pustaka yang dilakukan penulis yaitu mengandalkan pencarian dengan menggunakan beberapa mesin pencari dan basis data utama dengan beberapa kata kunci.

Tabel 1. Daftar Kata Kunci

No	Kata Kunci	Database/ Search Engine
1.	<i>Sonneratia alba</i>	Google (Google Buku dan Google
2.	Tanin	Cindekia) dan juga beberapa situs
3.	Antiobesitas	penyedia informasi ilmiah seperti
4.	Antidiabetic	<i>ScienceDirect, Elsevier, Springer, Neliti</i>
5.	Fermentation	dan lain-lain.
6.	Tepung Mangrove	
7.	<i>Trichoderma viride</i>	
8.	Hypoglukemik	

3. HASIL REVIEW

3.1 *Sonneratia alba*



Gambar 2. Bagian-Bagian *Sonneratia alba* (a) Kuncup Bunga (b) Bunga Mekar (c) Buah dan Daun (d) Pohon (Wetland, 2021)

Sonneratia alba dikenal juga dengan Perepat, tumbuh pada substrat berlumpur kulit batang berwarna krem hingga cokelat dengan retak-retak halus di permukaannya. Akar berupa akar nafas yang terlihat pada saat air laut sedang surut. Daunnya tebal berbentuk bulat telur yang berwarna hijau cerah dan letaknya saling berhadapan. Buah berbentuk bola gepeng yang berwarna hijau keabuan dengan diameter 5-7,5cm. Bunganya berbenang sari cukup banyak, terdapat diujung-ujung ranting dan berwarna putih (Imran dan Efendi, 2016).

Sonneratia alba adalah spesies mangrove komponen utama dan anggota garis keturunan mangrove di Lythraceae. Ini memiliki salah satu distribusi geografis terluas, terjadi dari Afrika Timur melalui kepulauan Indo-Melayu hingga kepulauan Pasifik. Struktur genetik *Sonneratia alba* menunjukkan dua garis keturunan utama

yang sesuai dengan wilayah Indo-Malesia dan Australasia yang menyimpang 3,15 juta tahun yang lalu, sebelum Pleistosen. Divergensi selanjutnya yang diperkirakan pada 1,87 juta tahun yang lalu terdeteksi di wilayah Indo-Malesia, menghasilkan garis keturunan di Laut Cina Selatan dan satu lagi tersebar di seluruh wilayah (Wee *et al.*, 2017). Ciri- ciri *Sonneratia alba* dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 2. Ciri-Ciri *Sonneratia alba*

No	Bagian	Ciri-ciri
1.	Bunga	Pucuk bunga bulat telur. Ketika bunga mekar penuh, tabung kelopak bunga berbentuk mangkok Letak berada di ujung batang . Formasi soliter-kelompok (1-3 bunga per kelompok). Daun mahkota berwarna merah dengan ukuran 17-35 x 1,5-3,5 mm. Daun mahkota mudah rontok. Kelopak bunga terdiri dari 6-8 kelopak, berkulit, bagian luar hijau, di dalam putih kekuningan hingga kehijauan. Benang sari banyak, ujungnya putih dan pangkalnya merah serta mudah rontok
2.	Buah	Seperti bola, ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Ukuran lebih besar dari <i>Sonneratia alba</i> , bijinya lebih banyak (800-1200). Ukuran: buah: diameter 6-8 cm
3.	Daun	Gagang/tangkai daun kemerahan, lebar dan sangat pendek. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat memanjang. Ujung: membundar. Ukuran: bervariasi, 5-13 x 2-5 cm.
4.	Batang	kulit batang berwarna krem hingga cokelat dengan retakretak halus di permukaannya
5.	Akar	Akar berupa akar nafas

Sumber : Wetland *Sonneratia alba*, 2021

3.1.1 Klasifikasi dan Ekologi *Sonneratia alba*

Klasifikasi *Sonneratia alba* berdasarkan Pursetyo *et. al.* (2013), adalah sebagai berikut :

Filum : Anthopyta

Kelas : Angiospermae

Ordo : Myrtales

Famili : Sonneratiaceae

Genus : Sonneratia

Species : *Sonneratia alba*



Gambar 3. *Sonneratia alba* (Pursetyo *et al.*, 2013)

Sonneratia alba merupakan genus mangrove khas yang terdiri dari 5-6 spesies diploid dan 4 hibrida interspesifik tersebar luas di pantai tropis dan subtropis di kawasan Indo-Pasifik Barat. Spesies *Sonneratia alba* adalah spesies yang paling luas dari genus ini dan salah satu spesies mangrove yang paling toleran terhadap garam, selalu ditemukan di zona intertidal rendah di daerah muara hilir. Tumbuh paling baik dalam salinitas mulai dari 5 sampai 50‰ air laut. Adaptasi spesies *Sonneratia* ke habitatnya dengan salinitas yang berbeda dapat memainkan peran penting dalam diversifikasi spesies dalam genus, yang menjadikan *Sonneratia* sebagai sistem yang ideal untuk mempelajari adaptasi terhadap habitat intertidal saline (Chen *et al.*, 2011) *Sonneratia alba* adalah spesies oportunistik dengan toleransi tinggi untuk lingkungan pantai yang ekstrim, terjadi di zona intertidal yang lebih rendah dan daerah muara hilir dan sering menahan energi hidrodinamik yang tinggi, genangan dan salinitas. Ini telah diamati sebagai spesies pertama yang menjajah dataran lumpur dan kemudian mengurangi redaman gelombang untuk pembentukan spesies mangrove lainnya. *Sonneratia alba* bersifat diploid, sangat subur dan memiliki buah non-vivipar. Bunga ini memiliki sekitar 300 benang sari putih panjang. Setiap bunga menghasilkan buah dengan lebih dari 100 biji kecil, berkayu, berbentuk sabit yang

Fitokimia, sering disebut sebagai fitonutrien, adalah komponen bioaktif alami yang kaya akan makanan seperti sayuran, buah-buahan, produk biji-bijian, kacang-kacangan dan biji-bijian, kacang-kacangan, teh, dan cokelat hitam. Meskipun terdapat puluhan ribu fitokimia, hanya sebagian kecil yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari tumbuhan (Cao *et al.* 2017; Singh dan Chaudhuri 2018). Fitokimia yang paling umum dalam makanan termasuk polifenol, karotenoid, flavonoid, kumarin, indoles, isoflavon, lignan, organosulfur, katekin, asam fenolik, stilbenoid, isothiocyanates, saponin, procyanidins, phenylpropanoids, antrakuinon dan ginsenosides (Zhao *et al.*, 2018). Keanekaragaman hayati sumber fitonutrien menyediakan sumber daya yang unik

dan terbarukan untuk menemukan potensi pangan fungsi baru dan aktivitas biologis baru (Bacanli *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2018; Curti *et al.*, 2017; Vinayagam Xiao dan Xu 2017; Zhao *et al.*, 2017).

Hutan bakau adalah satu-satunya ekosistem hutan yang terletak di antarmuka antara daratan dan laut dari garis lintang tropis dan sub-tropis.

Mangrove berevolusi sekitar 114 juta tahun yang lalu. Mangrove merupakan sumber hasil alam termasuk obat-obatan tradisional rakyat. Sistem perakaran bakau yang unik menjaga substrat tetap kokoh, sehingga berkontribusi pada stabilitas inang yang langgeng. Spesies bakau dilaporkan memiliki beberapa khasiat obat karena memiliki fitokemikal bioaktif didalamnya. Salah satu spesies tersebut adalah *Sonneratia alba* (Mitter, 2015). Dalam beberapa penelitian, ekstrak ethanol dari bagian-bagian tanaman mangrove *Sonneratia alba* diketahui memiliki komponen *phytochemical* seperti dalam **tabel 3**.

Tabel 3. Daftar *Phytochemical* Yang Terkandung Dalam *Sonneratia alba*

Bagian Mangrove	<i>Phytochemical</i>	Sumber
Buah	Alkaloid, Flavonoid, Terpenoid, Steroid, Phenolic, Saponin, Tanin	Siahaya <i>et al.</i> , 2017, Paputungan <i>et al.</i> , 2017, Rahmania <i>et al.</i> , 2018
Daun	Flavonoid, Terpenoid, Phenolic, Saponin, Tanin	Halimu <i>et al.</i> , 2016, Dotulong <i>et al.</i> , 2017, Rahmania <i>et al.</i> , 2018, Budi <i>et al.</i> , 2019, Halimu <i>et al.</i> , 2020
Kulit	Flavonoid, Terpenoid, Steroid, Phenolic, Saponin, Tanin	Budi <i>et al.</i> , 2019
Akar	Flavonoid, fenolik dan Terpenoid	Rahim, 2018, Usman <i>et al.</i> , 2020

3.2 Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dan disintesis oleh tanaman. Tanin merupakan senyawa

yang mempunyai berat molekul 500-3000 dan mengandung sejumlah besar gugus hidroksi fenolik yang memungkinkan membentuk ikatan silang yang efektif dengan protein dan molekul-molekul lain seperti polisakarida, asam amino, asam lemak dan asam nukleat. Tanin dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanin yang mudah terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin yang mudah terhidrolisis merupakan polimer gallic dan ellagic acid yang berikatan ester dengan sebuah molekul gula, sedangkan tanin terkondensasi merupakan polimer senyawa flavonoid dengan ikatan karbon-karbon berupa catechin dan gallo catechin (Patra dan Saxena, 2012). Tanin merupakan golongan senyawa aktif tumbuhan yang bersifat fenol yang mempunyai rasa sepat. Senyawa tannin merupakan senyawa polifenol yang terdapat di dalam tumbuhan, makanan dan minuman dapat larut dalam air dan pelarut organik. Senyawa tannin memiliki fungsi sebagai antioksidan dan bisa menghambat pertumbuhan tumor (Putra *et al.*, 2016).

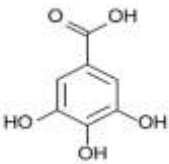
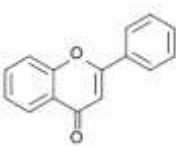
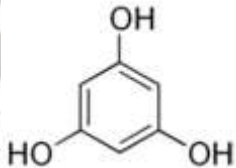
3.2.1 Struktur Tanin

Tanin merupakan suatu senyawa fenol yang memiliki berat molekul besar yang terdiri dari gugus hidroksi dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul. Tanin terdiri dari dua jenis yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Kedua jenis tanin ini terdapat dalam tumbuhan, tetapi yang paling dominan terdapat dalam tanaman adalah tanin terkondensasi (Lumempouw *et al.*, 2019). Tanin, merupakan senyawa fenol yaitu dengan senyawa gugus -OH yang memiliki khasiat sebagai antioksidan dan berbagai khasiat lainnya (Mabrurroh, 2015).

Tanin yang berasal dari hijauan (leguminosa) umumnya membentuk tanin terkondensasi dan mempunyai ikatan kompleks dengan protein yang lebih kuat dibandingkan dengan tanin terhidrolisis. Tanin dapat berinteraksi

dengan protein dan ada tiga bentuk ikatan yaitu: (1) ikatan hidrogen, (2) ikatan ion, (3) ikatan kovalen. Tanin terhidrolisis dan terkondensasi berikatan dengan protein dengan cara yakni membentuk ikatan hidrogen antara kelompok fenol dari tanin dan kelompok karboksil (aromatik dan alifatik) dari protein. Ikatan kuat antara tanin dan protein akan berpengaruh terhadap pencernaan protein (Hidayah, 2016). Ahli fitokimia telah memisahkan tanin menjadi tiga kelas utama: tanin terhidrolisis (yaitu, proantosianidin) adalah senyawa berbasis flavanol yang melepaskan antosianin pada suhu tinggi dalam larutan alkohol atau asam mineral kuat; gallotannin dan ellagitannin termasuk dalam keluarga tanin terhidrolisis. Gallotanin terdiri dari galat ester glukosa atau asam kuanat sedangkan ellagitannin adalah turunan dari asam heksahidroksidifenat (HHDP). Phloroglucinols adalah subunit dari phlorotannins, yang hanya ada di ganggang coklat laut (Ashok dan Upadhyaya, 2012). Contoh Struktur kimia dari jenis tanin dapat dilihat pada **tabel 4**.

Tabel 4. Struktur Tanin

Struktur			
			
Unit Dasar	Gallic acid	Flavone	Phloroglucinol
Polymer	Tanin Terhidrolisis	Tanin Terkondensasi	Phlorotannins
Sumber	Tumbuhan	Tumbuhan	Alga Cokelat

Sumber : Ashok dan Upadhyaya, 2012

3.2.2 Khasiat Tanin Secara Umum

Secara kimiawi, tanin adalah larutan koloid polifenol dengan sifat astringen yang kompleks dan memiliki kemampuan untuk menyamak atau mengubah kulit hewan menjadi kulit. Bergantung pada kompleksitas sifat kimianya, tanin diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu, tanin terhidrolisis dan tanin

terkondensasi. Lebih dari 8000 tanin berbeda dalam bentuk bebas atau terikat telah terdeteksi yang dapat digunakan di berbagai sektor. Terlepas dari sifat astringennya, tanin dan polifenol dapat menunjukkan identitasnya dengan aplikasi berbeda dengan sifat seperti anti-oksidan, anti-inflamasi, anti-mikroba, anti-penuaan, perut, kardio-tonik, diuretik, pencahar, hipoglikemik, anti-korosif atau dalam fotografi, makanan, nutraceuticals atau cosmeceuticals (Mal dan Pal, 2021). Pada sisi positif, tanin juga telah dianggap sebagai komponen yang "meningkatkan kesehatan" dalam makanan dan minuman yang berasal dari tumbuhan. Misalnya, tanin telah dilaporkan memiliki potensi anticarcinogenic seperti antiobesitas dan antidiabetes dan antimutagenic serta sifat antimikroba. Tanin tidak hanya berfungsi sebagai antioksidan primer (yaitu, mereka menyumbangkan atom hidrogen atau elektron), mereka juga berfungsi sebagai antioksidan sekunder (Gulcin, 2012).

Analisis fitokimia dilakukan secara kualitatif untuk mendeteksi keberadaan fenol, flavonoid, tanin, steroid, triterpenoid, dan alkaloid, total fenol menggunakan Folin Ciocalteu dan antioksidan menggunakan metode DPPH (1-1-diphenil-2-pikrihidrasil) pada daun *Sonneratia alba*. Hasil penelitian didapatkan bahwa rendemen ekstrak lebih tinggi pada ekstraksi soxhlet menggunakan metanol 9,77% atau etanol 9,18% dibandingkan dengan metode maserasi menggunakan metanol 2,61% and 2. 51% etanol. Analisis fitokimia menemukan bahwa ekstraksi soxhlet dengan metanol atau etanol mendeteksi semua komponen fitokimia yang diuji, sedangkan ekstraksi maserasi tidak mendeteksi adanya alkaloid. Total fenol tertinggi tercatat pada ekstrak maserasi dengan etanol (ekstrak 34,2 mgGAE / g) diikuti oleh ekstraksi soxhlet dengan metanol (33,6 mgGAE / g), maserasi metanol (31,7 mgGAE / g), dan maserasi etanol (28,6 mgGAE / g). Aktivitas antioksidan yang lebih tinggi ditemukan pada 2 sampel yang

dimaserasi dengan etanol (IC50 DPPH = 5,01 $\mu\text{g} / \text{mL}$) dan sokhlet dengan metanol (IC50 DPPH = 5,16 $\mu\text{g} / \text{mL}$) dibandingkan dengan vitamin C (IC50 DPPH = 5,21 $\mu\text{g} / \text{mL}$), sedangkan 2 sampel sampel lain memiliki aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibandingkan dengan vitamin C, ekstrak etanol sokhlet (IC50 DPPH = 6,23 $\mu\text{g} / \text{mL}$) dan maserasi metanol (IC50 = 7,45 $\mu\text{g} / \text{mL}$). Secara keseluruhan penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak daun muda *Sonneratia alba* berpotensi sebagai sumber antioksidan alami (Dotulong *et al.*, 2018).

Aktivitas antioksidan dan fitokimia antioksidan di batang dan daun spesies *S. alba* dan *B. cylindrica* di pantai Mumbai juga dipelajari. Hasil saat ini telah mengkonfirmasi potensi radikal bebas dari *B. cylindrica* dan *Sonneratia alba*. Nilai IC50 untuk aktivitas pembersihan radikal DPPH batang dan daun *Sonneratia alba* adalah 62,5 dan 87,5 $\mu\text{g} / \text{mL}$ sedangkan untuk *B. cylindrica* adalah 162,5 dan 175 $\mu\text{g} / \text{mL}$. Daya reduksi semua ekstrak dari kedua tanaman meningkat tergantung dosis dimana *Sonneratia alba* menunjukkan daya reduksi yang lebih tinggi. Di antara fitokimia antioksidan kedua tanaman mengungkapkan adanya flavonoid, tanin, triterpen, antrakuinon, alkaloid dan saponin (Gawali dan Jadhav, 2011).

Tanin dapat digunakan secara medis di antidiare, hemostatik, dan senyawa antihemorroidal. Efek antiinflamasi dari tanin membantu mengontrol semua indikasi gastritis, esofagitis, enteritis, dan gangguan usus yang mengiritasi. Diare juga bisa diobati dengan efektif obat astringen yang tidak menghentikan aliran zat yang mengganggu di perut; sebaliknya, ini mengontrol iritasi di usus kecil (Quideau *et al.*, 2011). Tanin tidak hanya menyembuhkan luka bakar dan menghentikan pendarahan, tetapi juga menghentikan infeksi sementara mereka terus menyembuhkan lukanya secara internal. Kemampuan tanin untuk membentuk lapisan pelindung di atas jaringan yang terbuka terus luka karena

terinfeksi lebih banyak lagi. Tanin juga bermanfaat bila diterapkan lapisan mukosa mulut (Lin *et al.*, 2011).

Tanin juga bisa efektif dalam melindungi ginjal. Tanin telah digunakan untuk bantuan langsung sakit tenggorokan, diare, disentri, pendarahan, kelelahan, bisul kulit. Mereka juga pernah dilaporkan memiliki anti-virus antibakteri dan efek antiparasit (Landete *et al.*, 2011). Seperti pada penelitian aktivitas antibakteri

ekstrak daun mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Excoecaria agallocha* dari pulau Choroa, Goa terhadap bakteri patogen manusia

Staphylococcus aureus, *Streptococcus sp.*, *Salmonella typhi*, *Proteus vulgaris* dan

Proteus mirabilis. Dibandingkan dengan air, ekstrak etanol menunjukkan aktivitas

spektrum luas. Bakteri multidrug-resistant (MDR) *Salmonella typhi* dihambat oleh

ekstrak etanol daun *Sonneratia alba* sedangkan dua bakteri resisten lainnya yaitu

Staphylococcus aureus dan *Streptococcus sp.* dihambat oleh ekstrak etanol daun

dari semua spesies. Ekstrak air *Sonneratia alba* dan *E. agallocha* menunjukkan

aktivitas masing-masing terhadap *P. vulgaris* dan *P. mirabilis*. Analisis fitokimia

menunjukkan adanya saponin, glikosida, tanin, flavonoid, fenol, dan minyak atsiri

pada daun mangrove. Studi lebih lanjut menggunakan pelarut berbeda untuk

ekstraksi diperlukan untuk memastikan bahwa mangrove adalah sumber yang

lebih baik untuk pengembangan antibiotik baru (Sahoo *et al.*, 2012). Penelitian

ekstrak buah *Sonneratia alba* menghambat infeksi *Vibrio harveyi* yang menantang

udang windu post larvae melalui umpan *Artemia salina* juga diselidiki. Tiga dosis

berbeda ekstrak *Sonneratia alba* (15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm), dan satu kontrol

(0 ppm) digunakan dalam penelitian tersebut. Ekstrak tersebut digunakan untuk

memperkaya *A. Salina* sebagai pakan postlarvae udang windu raksasa, yang

kemudian ditantang dengan *V. harveyi*. Eksperimental metode yang digunakan

adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Di antara empat

kelompok, tingkat kelangsungan hidup tertinggi (78,33%) diamati pada perlakuan menggunakan 20 ppm ekstrak *Sonneratia alba*, dan kelompok ini secara signifikan menunjukkan ($P > 0,05$) kelangsungan hidup yang lebih baik dan penghambatan infeksi *V. harveyi* pada raksasa udang windu (Tarakan *et al.*, 2020).

3.2.3 Uji Fitokimia Tanin pada Mangrove *Sonneratia alba*

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Dalam penelitian ini menggunakan metode ekstraksi maserasi. Maserasi dilakukan dengan cara merendam sampel dalam pelarut organik (Yubin *et al.*, 2014). Tanin merupakan senyawa polar dengan gugus hidroksi, sehingga untuk mengekstraksinya diperlukan pelarut-pelarut polar seperti metanol, etanol, aseton dan air (Mailoa *et al.*, 2013). Skema ekstraksi (Akasia *et al.*, 2021) dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4. Uji Fitokimia Tanin Pada Daun *Sonneratia alba*
(Rahmania *et al.*, 2018)

Bahan utama yang digunakan dalam ekstraksi adalah daun mangrove *Sonneratia alba*. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah metanol p.a, kloroform p.a, etil asetat p.a, FeCl_3 . Daun dicuci bersih dengan air mengalir kemudian dikeringkan menggunakan pengering mekanik selama 6 jam pada suhu 60°C . Sampel yang telah kering kemudian dihaluskan dengan blender

sehingga diperoleh serbuk (Halimu *et al.*, 2017). Setiap sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam toples kaca diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etil asetat hingga semua sampel serbuk terendam selama 2x24 jam sambil sesekali diaduk. Kemudian disaring dengan kertas saring dan corong. Proses maserasi diulangi 3 kali sampai ekstrak menjadi jelas. Kemudian masing-masing sampel hasil maserasi diuapkan menggunakan vacuum rotary evaporator untuk memisahkan pelarut dan ekstrak. Setiap ekstrak yang telah dilakukan diuapkan diangin-anginkan sebentar agar pelarut yang tersisa dapat menguap diri. Masing-masing ekstrak sampel 0,5 gram dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan 3-4 tetes air suling ditambahkan, lalu panaskan sebentar dan biarkan sebentar sampai itu didinginkan. Kemudian ditambahkan FeCl₃, amati warnanya perubahan yang terjadi. Kalau warnanya hijau kecoklatan terbentuk, artinya sampel uji mengandung positif tanin. Sedangkan senyawa fenol ditunjukkan oleh formasi biru tua atau hijau kehitaman. Dari hasil yang di dapatkan terbukti daun *Sonneratia alba* mengandung tanin (Rahmania *et al.*, 2018)

Tabel 5. Hasil Uji Tanin Pada Bagian-Bagian *Sonneratia alba*

	Tumbuhan Mangrove <i>Sonneratia alba</i>	Warna	Sumber
1.	Buah	Cokelat Muda	Siahaya <i>et al.</i> , 2017, Rahmania <i>et al.</i> , 2018
2.	Daun	Cokelat Kehitaman	Halimu <i>et al.</i> , 2016, Dotulong <i>et al.</i> , 2017, Rahmania <i>et al.</i> , 2018, Halimu <i>et al.</i> , 2020
3.	Kulit Batang	Cokelat muda	Rahmania <i>et al.</i> , 2018, Rahim, 2018

3.2.4 Kadar Tanin Dalam Daun *Sonneratia alba*

Berdasarkan hasil perhitungan kadar tanin dengan menggunakan metode Lowenthal-Procter (permanganometri) menunjukkan bahwa buah mangrove *Sonneratia alba* memiliki kadar tanin 41,6 %, daun 29,12 % dan kulit batang 4,16%.

Kadar tanin yang dihasilkan oleh buah dan daun mangrove *Sonneratia alba* tergolong tinggi (lebih dari 5%) sehingga dapat dijadikan sebagai sumber tannin (Halimu *et al.*, 2016). Metode *Lowenthal-Procter* dilakukan dengan merebus 5 gram sampel dalam 400 mililiter air suling selama 30 menit. Kemudian Setelah dingin, pindahkan ke dalam labu takar 500 ml dan encerkan hingga tanda tera dengan air suling. Pipet menjadi 10 ml dan saring. Dengan titrasi menggunakan larutan KmnO_4 sampai berwarna merah muda, letakkan di atas magnetic stirrer, dan catat volume titrasi terlebih dahulu sebagai (a). Pipet hingga 100 ml larutan sampel yang disaring, tambahkan 50 ml larutan gelatin, 100 ml larutan NaCl asam dan 10 g bubuk kaolin. Kocok adonan selama beberapa menit, kemudian biarkan menguap dan saring dengan kertas saring. Ambil 25 ml filtrat, tambahkan larutan indigo dan 750 ml aquades. Titrasi campuran akhir dengan larutan KmnO_4 standar hingga berwarna merah muda, dan catat volume titrasi sebagai (b) (Shofiana *et al.*, 2020) Perhitungan kadar tanin dengan rumus:

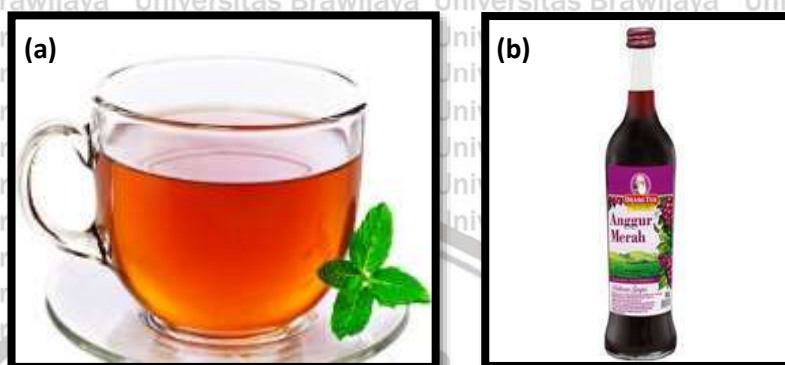
$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{\text{Berat Serat Kasar}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

3.3 Tanin dalam Bahan Pangan

Tanin dianggap sebagai antinutrien yang berasal dari tumbuhan karena dapat mengendapkan protein, menghambat enzim pencernaan, dan menurunkan pemanfaatan vitamin dan mineral. Tanin dapat memberikan rasa astringen atau pahit pada makanan dan minuman (misalnya, anggur merah, teh, dan buah-buahan mentah). Sensasi tersebut tampaknya hasil dari interaksi antara konstituen tanin dan protein dari air liur dan / atau jaringan mukosa mulut (Soares *et al.*, 2012).

Asam tanat merupakan salah satu senyawa polifenol yang bersifat asam dan pedas yang banyak ditemukan pada tumbuhan dan tersebar di berbagai organ

tumbuhan, seperti batang, daun dan buah-buahan. Kandungan tanin yang tinggi dapat menyebabkan iritasi dan kepahitan pada bahan makanan. Jika dikonsumsi dalam jumlah banyak dan terus menerus, senyawa tersebut bersifat karsinogenik, namun jika dikonsumsi dalam jumlah sedikit dapat digunakan sebagai antioksidan.



Gambar 5. Contoh Minuman Yang Mengandung Tanin (a) Teh (b) Anggur
(Soares *et al.*, 2012)

Dalam mangrove yang terdapat zat tanin, bila di konsumsi dalam jumlah yang berlebih maka tidak akan baik. Pada penepungan langsung dari bakau kandungan tanin masih berada pada 8,90% (Koeslulat dan Prabawa, 2019).

Batas aman kadar tanin untuk konsumsi adalah 0,3%- 0,6% (FAO No.48A, 1970; FAO JECFA, 2009) pada pangan atau 560mg/kg berat badan/hari (Sulisetyawati *et al.*, 2012; Chrissanty *et al.*, 2012). Bahan baku dari bakau spesies *Sonneratia sp* dapat menjadi bahan baku penting dalamnya pangan fungsional dengan serat pangan, vitamin, dan flavonoid, serta anti kolesterol dan sifat anti-diabetes.

Memahami sifat penempelannya pada tepung saat dicampur dengan pati akan semakin meningkatkan pemanfaatannya sebagai bahan fungsional, sehingga dapat ditambahkan ke makanan sebagai suplemen untuk meningkatkan khasiat kesehatan yang bermanfaat (Widjanarko *et al.*, 2014). Kadar tanin yang diperlukan untuk menunjukan efek antiobesitas dan antidiabetes adalah sebanyak 0,2 % - 0,5% (*Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2003).

3.3.1 Pembuatan Tepung dari Daun *Sonneratia alba*

Tepung merupakan hasil pengolahan bahan dengan cara pengilingan atau penepungan. Ciri-ciri tepung adalah memiliki kadar air yang rendah, hal tersebut berfungsi pada keawetan tepung. Semakin sedikit kadar air dalam tepung maka tepung akan semakin awet. Jumlah air yang terkandung dalam tepung dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat dan jenis atau asal bahan baku pembuatan tepung, perlakuan yang telah dialami oleh tepung, kelembaban udara, tempat penyimpanan dan jenis pengemasan (Thakur *et al.*, 2019). Tepung juga merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena akan lebih tahan disimpan, mudah dicampur, dibentuk dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Cara yang paling umum dilakukan untuk menurunkan kadar air adalah dengan pengeringan, baik dengan penjemuran atau dengan alat pengering biasa (Pulungan *et al.*, 2020).



Gambar 6. Tepung Mangrove (Pulungan *et al.*, 2020)

Tujuan dari penepungan adalah untuk menurunkan kadar air pada bahan pangan sampai batas tertentu sehingga meminimalkan serangan mikroba atau enzim dan insekta perusak dan menghasilkan bahan yang siap diolah lebih lanjut (Fathona *et al.*, 2018). Prinsip dari penepungan berdasarkan pada perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Pengurangan kadar air sampai batas

tertentu dan diteruskan dengan proses reduksi sampai berukuran 100 mesh hingga bahan berbentuk tepung (Rahbini *et al.*, 2016).

Proses pembuatan tepung mangrove adalah dengan menyiapkan alat-alat sebagai berikut yakni blender, oven, timbangan analitik dan ayakan mesh.

Proses pembuatan tepung dari daun *Sonneratia alba* meliputi pencucian, pengeringan dengan sinar matahari atau kabinet dryer selama 12 jam, penggilingan atau penghalusan dan pengayakan dengan menggunakan ukuran 80 (Sarofa *et al.*, 2013; Ardiansyah *et al.*, 2020). Skema pada lampiran 2.

3.3.2 Pengertian Fermentasi Secara Umum

Istilah "fermentasi" berasal dari kata Latin fermentum (fermentasi). Itu definisi historis menggambarkan fermentasi sebagai proses di mana perubahan kimiawi substrat organik terjadi sebagai hasil kerja enzim mikroba (Tamang *et al.*, 2015). Fermentasi dapat digambarkan sebagai respirasi tanpa udara. Secara historis, ilmu fermentasi adalah disebut zimologi dan ahli zimologi pertama adalah Louis Pasteur, yang sebagai pembuat ragi pertama bertanggung jawab untuk fermentasi. Alkimia disebut pembusukan fermentasi - pembusukan alami atau penguraian zat. Saat ini, ini adalah proses metabolisme di mana karbohidrat dan senyawa terkait sebagian dioksidasi dengan pelepasan energi dengan tidak adanya akseptor elektron eksternal - senyawa organik yang diproduksi oleh pemecahan karbohidrat. Selama fermentasi, oksidasi organik tidak sempurna senyawa terjadi dan karena alasan ini lebih sedikit energi yang diperoleh jika dibandingkan dengan oksidasi aerobik senyawa (Vilela, 2019).

Istilah fermentasi industri biasanya mengacu pada aerobik atau proses anaerobik, sedangkan fermentasi dalam konteks biokimia menggambarkan secara ketat proses anaerobik, yang terjadi jika asam piruvat tidak memasuki siklus Krebs

dan jika elektron dari metabolisme glukosa tidak memasuki sistem transpor elektron. Di dalam proses, senyawa organik tereduksi terbentuk, biasanya produk sampingan asam. Industri fermentasi, istilah yang digunakan dalam teknik kimia, menggambarkan proses operasi itu memanfaatkan perubahan kimiawi yang disebabkan oleh organisme hidup atau enzim, secara khusus bakteri, ragi, jamur atau jamur yang menghasilkan produk tertentu (Dash, 2016). Fermentasi, proses yang secara tradisional dikenal untuk konversi anaerobik gula menjadi karbon dioksida dan alkohol dengan ragi, sekarang mengacu pada proses industri pembuatan berbagai macam metabolit dan biomaterial dengan menggunakan mikroorganisme atau sel mamalia dalam lingkungan kultur yang terkontrol. Fermentasi dapat dilakukan dalam mode batch, mode kontinu atau dalam mode kombinasi, fed-batch, tergantung pada produk yang diinginkan (Rahman, 2013). Jamur yang digunakan dalam proses fermentasi, selain untuk pembentukan selenium, selalu membentuk spora, dan spora tersebut dapat digunakan untuk membuat inokulum selama proses fermentasi. Namun spora mengurangi daya cerna produk fermentasi dan merupakan pencemar bagi kesehatan manusia dibandingkan miselium (Hidayat *et al.*, 2016).

3.3.3 *Trichoderma viride*

Beberapa anggota dari semua kelas mikroorganisme, yaitu jamur, aktinomiset dan bakteri diketahui menghasilkan isoform selulase. Di antara mereka, jamur miselium merupakan kelompok mikroorganisme unik yang menunjukkan aktivitas lignoselulolitik yang menonjol. Jamur lignoselulolitik sering dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu jamur busuk putih, busuk coklat, dan jamur busuk lunak (Manavalan *et al.*, 2015). *Trichoderma spp.*, Spora hijau ascomycetous yang memiliki distribusi kosmopolitan diklasifikasikan dalam jamur pelapuk putih. Warna koloni permukaan putih dan bercak kehijauan yang tersebar

menjadi terlihat saat konidia terbentuk dan dapat membentuk cincin konsentris.

Konidiofor bercabang tinggi mengandung phialides sendiri-sendiri atau berkelompok (Neethu *et al.*, 2012).

Trichoderma viride dapat tumbuh subur dalam kondisi lingkungan yang beragam sebagai koloni agresif di tanah dan akar tanaman dan bertindak sebagai bioagen alami untuk melindungi tanaman dari infeksi oleh patogen jamur yang terbawa tanah. (Tapwal *et al.*, 2012). *Trichoderma viride* adalah koloni penghasil selulosa dan dengan demikian sering ditemukan di manapun pada bahan tanaman yang membusuk tersedia serta di rizosfer tanaman, di mana mereka juga dapat menyebabkan resistensi sistemik terhadap patogen. Kebanyakan *T. reesei* atau disebut juga *Trichoderma viride*, banyak digunakan untuk produksi komersial hemiselulase dan selulase. *T. reesei* mungkin merupakan penghasil enzim hemiselulolitik dan selulolitik yang baik tetapi tidak dapat mendegradasi lignin. Kemampuan jamur untuk mendegradasi bahan lignoselulosa disebabkan oleh sistem enzimatisnya yang sangat efisien. Suhu optimal perumbuhan *Trichoderma viride* sekitar 32-35°C dan untuk produksi enzim sekitar 25-28°C. Sedangkan pH optimum untuk enzim selulase pada kisaran pH 4,5-6,5 (Neethu *et al.*, 2012).

Klasifikasi *Trichoderma viride* menurut Shah *et al.* (2012), adalah sebagai berikut

Kingdom : Fungi
 Fillum : Deuteromycota
 Kelas : Detereomycetes
 Subkelas : Detuteromycetidae
 Ordo : Moniliales
 Famili : Moniliaceae
 Genus : *Trichoderma*
 Species : *Trichoderma viride*



Gambar 7. *Trichoderma viride* (Shah et al., 2012)

Trichoderma viride telah digunakan untuk fermentasi berbagai bahan pakan, terutama untuk fermentasi limbah. Manfaat penggunaan teknologi ini untuk fermentasi antara lain peningkatan kandungan protein, berkurangnya kandungan serat kasar, dan berkurangnya kandungan tanin (Agustono dan Nurhijati, 2011).

Waktu yang tepat untuk memanen sel *Trichoderma viride* adalah pada jam ke 96 fase eksponensial sehingga dapat digunakan pada proses fermentasi selanjutnya.

Pada tahap ini pertumbuhan sel *Trichoderma viride* mencapai maksimal, sehingga selulase yang maksimal juga akan dihasilkan pada tahap ini (Setyani dan Mulyani, 2011).

3.3.4 Penurunan Kadar Tanin Dengan Fermentasi

Fermentasi adalah proses menggunakan mikroorganisme untuk memperbaiki Kualitas bahannya. Proses fermentasi relatif murah dan mudah dilakukan. Mikroorganisme yang biasa digunakan dalam fermentasi adalah *Trichoderma viride*. Seperti yang diketahui, *Trichoderma viride* adalah sumber selulase komersial, dan enzim yang berbeda dapat diinduksi sesuai dengan substrat yang digunakan. Protease yang diproduksi oleh *Trichoderma viride* adalah protease, lipase dan pektinase (Melati et al., 2012). Salah satu jamur berfilamen adalah *Trichoderma viride*. *Trichoderma viride* adalah jamur berfilamen, yang dikenal sebagai organisme selulolitik yang menghasilkan enzim selulase,

termasuk selobiohidrolase, endoglikanase dan β -glukosidase. Keunggulan *Trichoderma viride* tidak hanya dapat menghasilkan selulase lengkap, tetapi juga menghasilkan enzim pengurai asam urat xilosa. Kehadiran enzim ini akan memudahkan selulase untuk memecah selulosa (Gunam *et al.*, 2011).

3.3.4.1 Produksi Dan Ekstraksi *Trichoderma Viride*

Spesies jamur diisolasi dari sampel tanah dengan menggunakan selektif medium (PDA). Erlenmayer flask (2 L) berisi 400 ml kentang dekstroza kaldu diautoklaf pada 121 ° C selama 15 menit dan kemudian diinokulasi dengan sumbat miselium dari kultur *Trichoderma viride* berusia 5 hari pada PDA. Labu diinkubasi selama 2 minggu pada suhu 25 ° C, serbuk kering di udara (di tempat teduh) miselia *Trichoderma viride* diekstraksi dengan 70% etil alkohol (Awad *et al.*, 2018).

Skema pada lampiran 3.

3.3.4.2 Fermentasi Dengan Kapang *Trichoderma viride*

Salah satu jenis mangrove yang banyak ditemukan di pesisir Indonesia adalah *Sonneretia alba*. Mangrove *Sonneratia alba* memiliki daun yang lebat dan berbentuk oval. Daun *Sonneratia alba* dapat dimanfaatkan sebagai tepung instan terfermentasi *Trichoderma viride*. Kapang *Trichoderma viride* selama proses fermentasi menghasilkan enzim tanase yang berperan menghidrolisis tanin yang terkandung dalam tepung daun mangrove *Sonneratia alba*. Tanase atau tanin asil hidrolase adalah enzim yang mengkatalisis reaksi hidrolisis ikatan ester yang terdapat dalam tanin terhidrolisis dan ester asam galat (Fitriyono *et al.*, 2019). Prosedur fermentasi serbuk daun mangrove dengan kapang *Trichoderma viride*. Prosedur yang dilakukan adalah menyiapkan alat bahan berupa timbangan digital, plastik steril, alumunium foil, wadah dan cool box. Proses selanjutnya adalah menimbang. Gunakan timbangan digital untuk menimbang 20 gram serbuk daun mangrove dengan ketelitian 10^{-1} . Setelah itu masukkan ke dalam plastik steril, dan

tambahkan aquadest dengan perbandingan tepung: aquadest; 1: 2, kemudian diaduk hingga merata. Kemudian bungkus tepung dengan aluminium foil dan kukus dalam panci selama 15 menit. Kemudian tepung didinginkan, kemudian ditambahkan larutan cetakan yang terdiri dari 5% *Trichoderma*, 3% molase dan 20% krim, lalu diaduk hingga homogen. Kemudian itu tepung disimpan dalam cool box selama 0, 3, 6 dan 9 hari dengan cara fermentasi aerob (Agustono *et al.*, 2011). Skema pada lampiran 4.

Hasil setelah fermentasi dengan *Trichoderma viride* dapat dilihat pada tabel 6. Didapatkan bahwa fermentasi mampu menurunkan kadar tanin hingga menjadi 0,23 %. Hal ini sesuai dengan standar batas aman konsumsi tanin.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Kadar Tanin Setelah Fermentasi

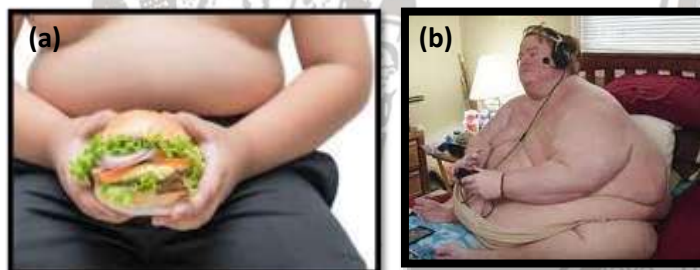
Perlakuan	Kadar Tanin (%)	Sumber
Daun <i>Sonneratia alba</i>	29,12	Halimu <i>et al.</i> , 2016
Tepung Mangrove	8,90	Koeslulat dan Prabawa, 2019
Fermentasi (9 hari)	0,23	Pramu <i>et al.</i> , 2018

3.4 Potensi Tanin Sebagai Antiobesitas Dan Antidiabetes

Asia Tenggara merupakan salah satu kawasan yang menghadapi masalah gizi obesitas dengan prevalensi kelebihan berat badan dan kelebihan berat badan berkisar dari 8% sampai 30% pada laki-laki dewasa dan 8 sampai 52% pada perempuan dewasa di dunia. Kelebihan berat badan atau obesitas telah meningkat di berbagai negara berkembang yang menghadapi transisi nutrisi. Obesitas juga dipicu pertumbuhan industri dan ekonomi, serta perubahan gaya hidup, asupan nutrisi yang semakin banyak dari makanan olahan, atau diet dengan tinggi kalori. Di Indonesia sendiri Obesitas sendiri telah diakui sebagai masalah kesehatan penting selama lebih dari satu dekade. (Rachmi *et al.*, 2017).

Spesies *Sonneratia alba* diduga memiliki kaya senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai suplemen herbal atau bahan baku makanan yang baru. Hasil penelitian menyatakan bahwa ekstrak daun mangrove *Sonneratia alba* menghasilkan aktivitas antimikroba mikroorganisme tertentu dan aktivitas hypoglycemic yakni pemanfaatan glukosa termodifikasi, meningkatkan level serum insulin dan penurunan level darah glukosa yang bermanfaat untuk mengatasi obesitas dan diabetes (Morada *et al.*, 2011; Saad *et al.*, 2012; Ghazali *et al.*, 2020). Penelitian memaparkan bahwa kadar tanin sebanyak 0,2 % - 0,5% mampu menunjukkan efek antiobesitas dan antidiabetes (Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, 2003), hal ini memungkinkan tepung daun mangrove yang telah terfermentasi taninnya menjadi 0,23% memiliki potensi sebagai antiobesitas dan antidiabetes.

a. Obesitas



Gambar 8. (a) dan (b) Contoh Obesitas (Limanan dan Linjati, 2013)

Obesitas merupakan keadaan patologis karena terjadi penimbunan lemak yang berlebihan daripada yang diperlukan untuk fungsi tubuh (Wulandari dan Zulkaida, 2012). Sudah terbukti bahwa obesitas menyebabkan semua gangguan metabolisme utama, terutama diabetes, penyakit kardiovaskular, hipertensi, dan penyakit hati berlemak. Bukti yang semakin banyak juga menghubungkan obesitas dengan daftar gangguan yang melemahkan termasuk penyakit neurodegeneratif, gangguan saluran napas, dan kanker, yang semuanya berkontribusi pada

morbiditas dan mortalitas yang mengejutkan terkait dengan obesitas (De Lorenzo, 2019).

Tabel 7. Klasifikasi Obesitas Menurut WHO

Klasifikasi	IMT (Kg/ M ²)
Berat Badan Kurang	< 18,5
Kisaran Normal	18,5 - 24,9
Berat Badan Lebih	> 25
Pra-Obesitas	25,0 – 29,9
Obesitas Tingkat 1	30,0 – 34,9
Obesitas Tingkat 2	35,0 – 39,9
Obesitas Tingkat 3	> 40

Sumber : Limanan dan Linjati, 2013

BMI sebagai indeks paling umum dan nyaman untuk mengklasifikasikan kondisi obesitas. Implikasi penggunaan BMI sangat besar. Titik potong BMI <18,5 kg / m²; 18,5-24,9 kg / m²; 25,0–29,9 kg / m²; 30,0–34,9 kg / m²; 35,0–39,9 kg / m² dan 40,0+ kg / m² menentukan kategori yang biasanya dirujuk sebagai berat badan kurang, berat badan normal, kelebihan berat badan (sebelum obesitas) dan obesitas (kelas I, II dan III). Oleh karena itu, titik potong ini menentukan jumlah individu yang jatuh ke dalam setiap kategori yang, pada gilirannya, memberi tahu kita prevalensi obesitas di planet ini. Namun, inti dari obesitas adalah jaringan adiposa di dalam tubuh (bukan hubungan tinggi dan berat badan), jadi BMI hanya dapat berfungsi sebagai perkiraan tidak langsung dari obesitas (Blundell *et al.*, 2014). Pengukuran komposisi tubuh, dalam hal massa otot dan massa lemak, dianggap memberikan refleksi fungsi fisik yang lebih akurat dibandingkan dengan BMI, karena untuk nilai BMI tertentu, rasio lemak terhadap massa otot dapat bervariasi. Pengukuran seperti itu akan menjadi penting baik dari perspektif penilaian kesehatan individu dan juga dari perspektif kesehatan populasi. Namun BMI telah banyak digunakan sebagai indikator kesehatan dalam kedua prespektif, yang telah terbukti terkait dengan mortalitas dan morbiditas dalam populasi budaya dan etnis yang beragam. BMI mudah diukur dan tidak memerlukan

peralatan yang mahal, tidak seperti pengukuran komposisi tubuh, sehingga sangat sesuai untuk survei kependudukan untuk menilai risiko kesehatan dan tren waktu perubahan risiko kesehatan sebagai monitor upaya promosi kesehatan (Woo *et al.*, 2012).

b. Diabetes



Gambar 9. Ilustrasi Diabetes (Dewi, 2014)

Salah satu penyakit yang muncul akibat obesitas adalah diabetes. Diabetes merupakan gangguan keseimbangan antara transportasi gula ke dalam sel, gula yang disimpan dalam hati dan gula yang dikeluarkan dari hati. Hal itu mengakibatkan kadar gula dalam darah meningkat. Gula yang berlebih tersebut dikeluarkan melalui urine sehingga urine banyak mengandung gula. Ada dua hal yang dapat menyebabkan diabetes. Pertama pankreas yang tidak mampu lagi memproduksi insulin. Kedua sel tubuh yang tidak dapat merespon kerja insulin sebagai kunci untuk membuka pintu sel sehingga gula tidak dapat masuk ke dalam sel (Tandra, 2017). Obesitas dan diabetes sendiri merupakan penyakit yang cukup berbahaya apabila tidak segera ditangani. Secara significant, kedua penyakit tersebut dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular (CVD) dan stroke. Diabetes maupun obesitas merupakan penyakit multifaktorial, kompleks namun sebagian besar kasus dapat dicegah, salah satunya dengan mengonsumsi makanan dari bahan rendah resiko obesitas dan diabetes (Bhupathiraju *et al.*, 2016).

Diabetes Melitus Tipe 1, yaitu yang dikenal sebagai diabetes remaja atau diabetes yang bergantung pada insulin, adalah kondisi kronis di mana pankreas menghasilkan sedikit atau tidak ada insulin dengan sendirinya (Atkinson, *et al.*, 2014). Diabetes Melitus Tipe 2, yaitu kondisi di mana kadar gula dalam darah melebihi nilai normal karena tubuh tidak dapat memproduksi cukup insulin (Chatterje *et al.*, 2017). Diabetes Gastasional yakni diabetes pada saat kehamilan yang diakibatkan oleh tubuh ibu yang tidak dapat menghasilkan insulin (Garcia, 2018). Golongan Diabetes Lain, contohnya seperti Diabetes LADA (Autoimun Laten Diabetes) dan Diabetes MODY (Maturity-onset Diabetes of the Young). Diabetes LADA, yakni diabetes yang baru terdeteksi ketika usia dewasa (Brophy *et al.*, 2011). Diabetes MODY terjadi karena adanya mutasi genetik pada faktor transkripsi nukleus dan glucokinase yang mengakibatkan disfungsi sel β pancreas. Diabetes ini merupakan bentuk monogenik diabetes yang sering dikelirukan dengan diabetes melitus tipe 1 dan tipe 2 (Tanabalasingham, 2011).

Tabel 8. Katagori Diabetes Menurut *American Diabetic Association* Dan WHO

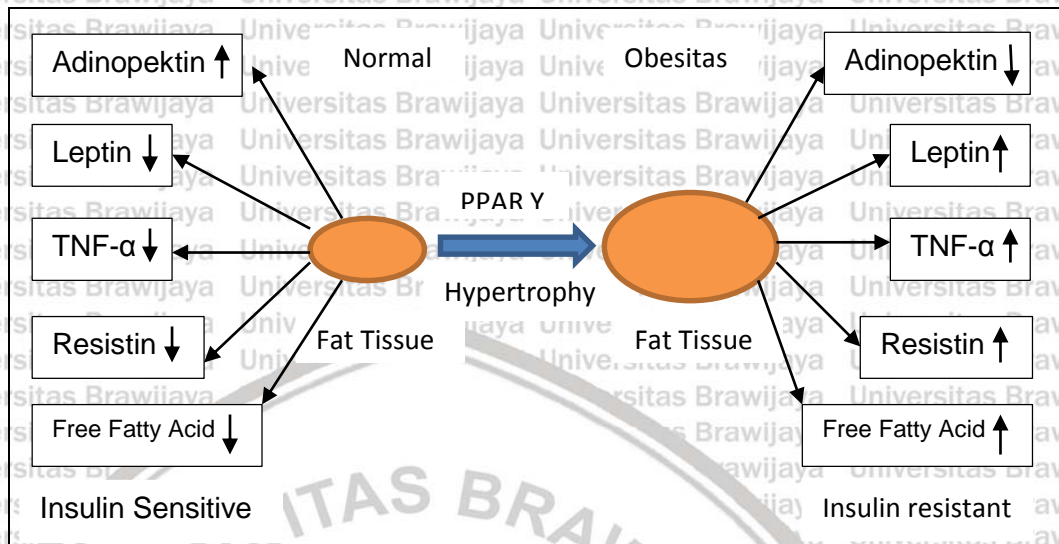
Katagori	Glukosa Darah Puasa (GDP) mg/ dL	Glukosa Darah 2 Jam Post Prandial (GD2PP) mg/dL	HbA ₁₀ (%)
Normal	<100	<140	<5,7
Pra-Diabetes	100-125	140-199	5,7 – 6,4
Diabetes	>125	>200	>6,5

Sumber : Dewi, 2014

3.4.1 Mekanisme Tanin Sebagai Antiobesitas

Obesitas diketahui dengan meningkatnya massa jaringan adiposa yang disebabkan oleh energi yang masuk melebihi energi yang dikeluarkan, sehingga terjadi akumulasi dalam bentuk lemak. Akumulasi dalam bentuk lemak akan mengakibatkan hipertrofi dan hiperplasia pada jaringan adiposa. Hipertrofi merupakan istilah yang merujuk pada membesarnya ukuran otot. Sedangkan

Hiperplasi merupakan peningkatan jumlah sel yang terjadi pada organ tertentu akibat peningkatan proses mitosis (Cahyaningrum, 2015).



Gambar 10. Perbedaan Antara Tubuh Normal Dan Obesitas dalam Adiposit (Siswanto, 2011)

Adiponektin meningkatkan sensitivitas insulin melalui kemampuannya mengaktivasi AMP-activated protein kinase (AMPK) pada otot rangka dan hati.

Adiponektin selain berperan dalam metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin, juga berperan dalam pengaturan kadar lemak dalam plasma (Ruderman *et al.*,

2013). Pada obesitas, adiponektin akan berada pada kondisi seperti pada

gambar 10 dan **gambar 11** menyebabkan resistensi insulin yakni kondisi ketika

sel-sel tubuh tidak dapat menggunakan gula darah dengan baik karena terganggunya respon sel tubuh terhadap insulin. Leptin merupakan protein yang

berasal dari 167 asam amino, yang produksi oleh jaringan adiposa dalam bentuk

hormon. Leptin memiliki fungsi yakni sebagai regulator energi, mengatur fungsi

endokrin dan imunitas. Pada dasarnya leptin berperan dalam menghambat rasa

lapar dan meningkatkan metabolisme energi dengan cara menyediakan sinyal

simpanan energi yang ada dalam tubuh pada sistem saraf pusat sehingga otak

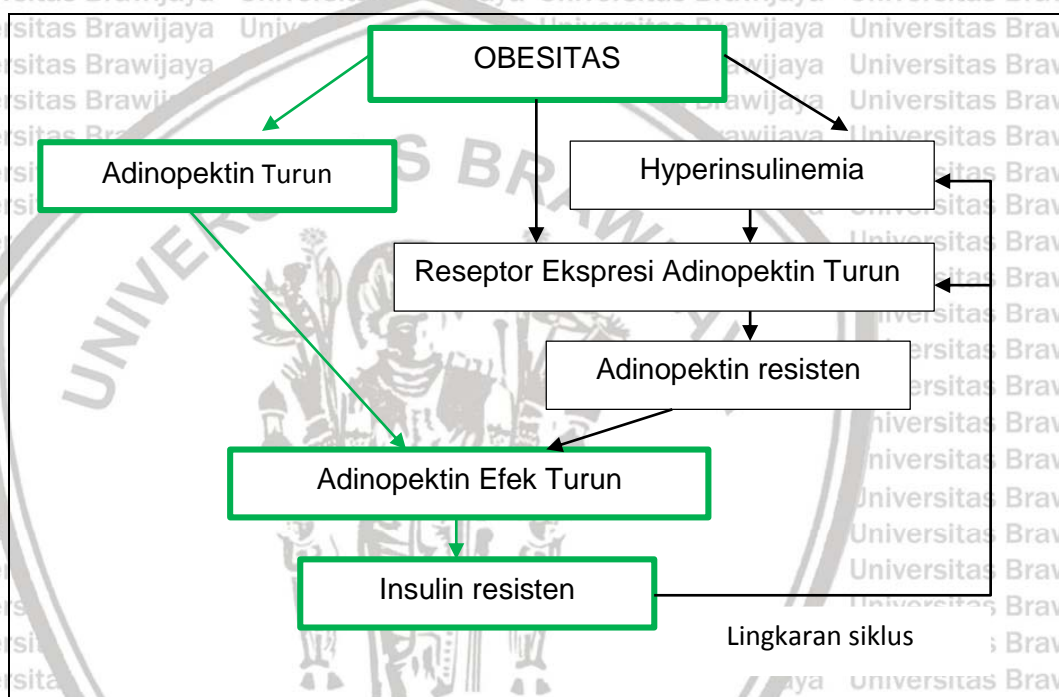
dapat melakukan penyesuaian yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan asupan

energi dan pengeluaran. Pada individu dengan jaringan lemak yang besar

mengandung lebih banyak leptin dibandingkan dengan jaringan lemak yang lebih kecil, pada obesitas sering dijumpai adanya resistensi leptin (Saintz *et al.*, 2015).

TNF- α berperan dalam metabolisme glukosa dan lemak, juga dalam pengaturan lipolisis dan lipogenesis serta menghambat fungsi insulin. (Hedayati *et al.*, 2012)

Resistin merupakan protein kaya akan asam amino berjenis sisteina yang disekresi oleh adiposit dan salah satu hormon yang dapat menyebabkan obesitas (Jamaludin *et al.*, 2012)



Gambar 11. Hubungan Adenopektin Dan Obesitas (Coelho *et al.*, 2013)

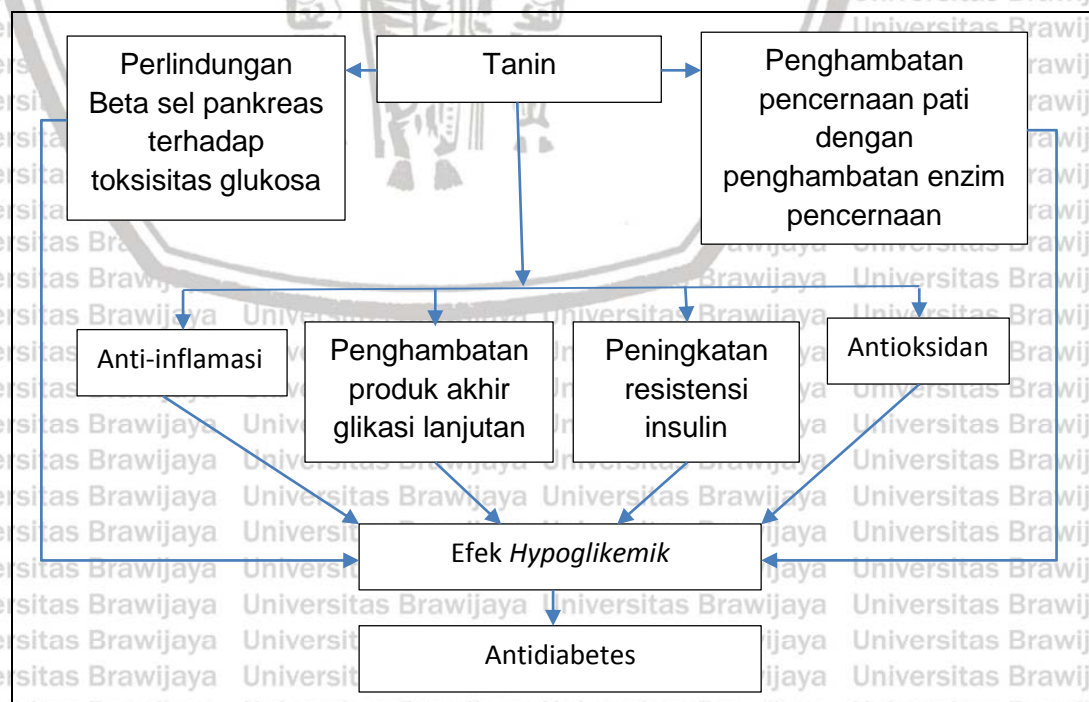
Efek anti-obesitas pada tanin diselidiki menggunakan tikus yang dibuat obesitas. Peningkatan berat badan, glukosa plasma dan insulin secara signifikan ditekan untuk kelompok ekstrak. Ekspresi mRNA dari gen yang berhubungan dengan pengeluaran energi pada otot rangka meningkat, yakni *peroxisome proliferator-activated receptor alpha*, *peroxisome proliferator-activated receptor gamma*, *carnitine palmitoyltransferase 1*, *acyl-coenzyme A oxidase*, *uncoupling protein 3* (PPAR α , PPAR δ , CPT1, ACO, UCP3) dan ekspresi protein CPT1, ACO

and UCP3 juga meningkat. Namun, ekspresi gen yang terkait dengan sintesis asam lemak yakni SREBP-1c, ACC (*acetyl-coenzyme A carboxylase*) dan FAS di hati menurun. Ekspresi mRNA adiponektin meningkat sedangkan TNF- α pada jaringan adiposa putih menurun. Hal ini disebabkan oleh peningkatan ekspresi gen terkait pengeluaran energi di otot rangka, dan penurunan sintesis asam lemak dan asupan lemak di hati (Ogawa dan Yasaki, 2018). Dengan meningkatnya adiponektin dan turunnya TNF- α , membuktikan bahwa tanin berpotensi untuk menurunkan obesitas. Hal ini merujuk pada **gambar 10** bahwa dalam kondisi normal, tubuh memiliki adiponektin yang tinggi serta TNF- α yang rendah. Tanin merupakan senyawa polifenol juga menunjukkan efek penghambatan aktivitas lipase serta peningkatan trigliserida plasma setelah pemuatan lipid (Sergent *et al.*, 2012) seperti pada **gambar 13**. Polifenol merupakan senyawa yang banyak mengandung sejumlah gugus fenol. Gugus inilah yang berperan dalam penurunan obesitas dan diabetes. Senyawa Fenolik adalah senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel di cincin aromatik. Dengan kata lain, senyawa fenolik adalah senyawa yang sekurang-kurangnya memiliki satu gugus fenol (Wijayanti, 2021).

3.4.2 Mekanisme Tanin Sebagai Antidiabetes

Penelitian dengan HPLC-PDA-ESI-MS / MS digunakan untuk mengidentifikasi fenolat tanaman. Aktivitas antioksidan secara in vitro ditentukan dengan uji DPPH dan FRAP. Aktivitas hepatoprotektif in vivo ditentukan untuk hepatotoksitas yang diinduksi d-GaIN pada tikus. Penelitian menggunakan penentu penanda hati *alanine aminotransferase* (ALT), *aspartate aminotransferase* (AST) dan *gamma-glutamyltransferase* (GGT), produk peroksidasi hati malondialdehyde (MDA), kandungan glutathione (GSH), albumin dan konsentrasi bilirubin total. Perubahan histopatologi pada hati tikus juga

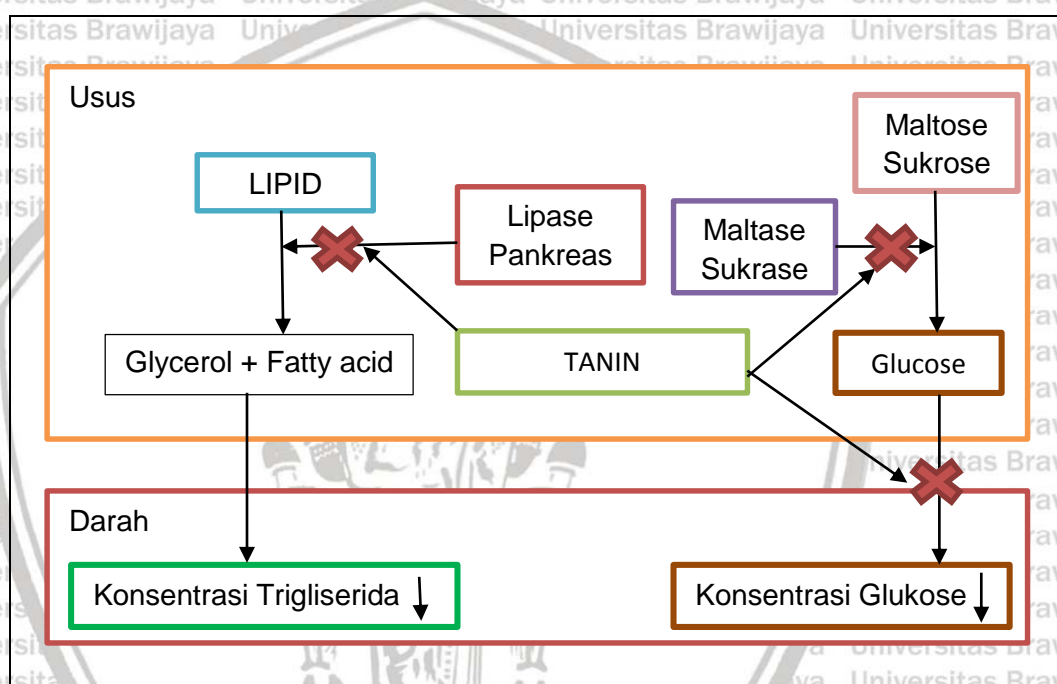
dipelajari. Aktivitas antidiabetik juga diteliti pada tikus diabetes-STZ dan glukosa serum, hormon insulin serum, dan peroksida lipid ditentukan. Hasilnya terdapat tanin dengan 20 senyawa termasuk rangkaian stereoisomer (epi) katekin, (epi) katekin- (epi) katekin, (epi) katekin- (epi) katekin- (epi) katekin, dan galoyl esternya pada ekstrak tanaman. Potensi antioksidan yang menjanjikan diamati secara in vitro dalam uji DPPH dengan EC50 ekstrak 6.5µg / 26µg bahan baku dan uji FRAP dengan 19,54mM FeSO4 dibandingkan dengan asam askorbat (EC50 2,92µg / ml) dan kuersetin (FeSO4 24.04mM / mg) , masing-masing. Penurunan signifikan penanda enzimatis serologis dan penanda stres oksidatif hati seperti ALT, AST, MDA, GGT, dan bilirubin total, serta peningkatan GSH dan albumin diamati pada tikus dengan kerusakan hati akibat d-galaktosamin yang diobati dengan ekstrak tersebut. Temuan ini sesuai dengan pemeriksaan histopatologi yang menunjukkan potensi ekstrak dapat memediasi efek antidiabetik dengan mengurangi peningkatan glukosa darah dan kadar peroksida lipid serum dan dengan meningkatkan insulin pada tikus diabetes-STZ (Sobeh *et al.*,2017).



Gambar 12. Efek *Hypoglikemik* Pada Tanin (Xiao dan Hogger, 2014)

Efek *Hypoglikemik* diteliti dengan menggunakan menggunakan tikus yang dibuat *Hyperglykemik*. *Hyperglykemia* diinduksi pada tikus sehat yang dipuasakan selama 6 jam secara tunggal injeksi *intraperitoneal streptozotocin* (STZ) , yang dilarutkan dalam buffer sitrat 3 mM dengan pH 4,5 dengan dosis 50 mg / kg. Setelah 48 jam STZ injeksi, tikus yang menunjukkan kadar glukosa plasma > 180 mg / dl diikutsertakan dalam percobaan itu menguji pengaruh ekstrak daun *Sonneratia alba*. Diabetes dikonfirmasi dengan penentuan darah vena ekor kadar glukosa pada 0, 6 dan 12 jam tiga hari setelah pemberian STZ. Konsentrasi gula darah dalam mg / dl ditentukan dengan menggunakan glukometer. Tikus *Hyperglykemik* (golongan 4) menunjukkan kadar gula darah rata rata tertinggi (340,3 mg / dl) pada hari ke 3. Kelompok I (Kontrol negatif), II dan III (Kontrol positif) semuanya dalam kisaran normal gula darah dengan nilai rata-rata tertinggi masing-masing 108,7, 83,3 dan 90,7 mg / dl. Kadar gula darah bervariasi signifikan antara kelompok mencit yang berbeda sebelum injeksi fraksi polar yang mengandung tanin dari injeksi ekstrak daun *Sonneratia alba*. Ini dikaitkan dengan level tinggi gula darah pada tikus *hyperglykemik* yang diinduksi STZ dibandingkan dengan kelompok tikus lain yang tidak diabetes. Namun, kadar gula darah mencit di hari-hari tidak bervariasi secara signifikan dan tidak ada interaksi antara kelompok mencit dan periode pengamatan. Penurunan rata-rata kadar gula darah pada tikus diabetes terlihat 6 jam setelah tanin mengandung fraksi polar dari ekstrak daun *Sonneratia alba* diinjeksikan. Selama 9 hari, rata-rata tertinggi yang diamati mencit kelompok 4 sebesar 247,3 mg / dl dan terendah 42,7 mg / dl pada hari ke 8. Berdasarkan nilai pada jam 0 dari tikus kelompok IV, rata-rata penurunan kadar gula darah selama 9 hari. Itu sebanding dengan nilai rata-rata terendah 34 mg / dl pada tikus sehat yang tidak diberi perlakuan (Kelompok I). Kelompok Kontrol I dan II serta kelompok non diabetes (Kelompok III) yang menerima polar yang mengandung tanin Fraksi dari injeksi ekstrak daun *S. alba* tetap pada kadar

gula darah rata-rata normal dengan maksimal nilai 108.0, 94.3, 72.7 mg / dl, masing-masing. Enam jam setelah injeksi fraksi kutub yang mengandung tanin Dari ekstrak daun *Sonneratia alba*, kadar gula darah mencit hiperglikemik yang diinduksi STZ masih signifikan lebih tinggi dari pada kelompok lain, tetapi sedikit penurunan gula darah sudah diamati di antara tikus hiperglikemik ini. Kadar gula darah pada tikus serupa selama beberapa hari dan tidak ada interaksi antara nilai gula darah per hari dan kelompok tikus (Morada *et al.*, 2016).



Gambar 13. Mekanisme Tanin Sebagai Antiobesitas dan Antidiabetes

(Ikarashi *et al.*, 2011)

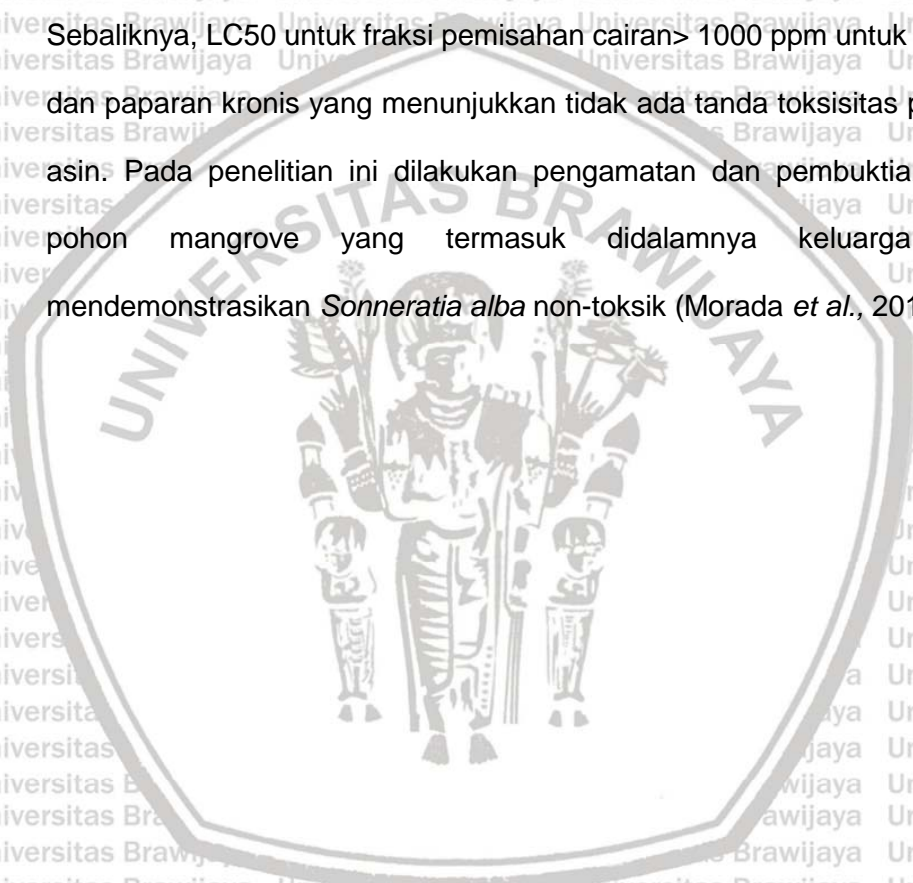
Mekanisme untuk antidiabetes, pengurangan penyerapan lemak dan karbohidrat dalam usus dilakukan dengan studi *in vitro* (lampiran 5 dan 6), aktivitas penghambatan pada lipase dan glukosidase diukur (lampiran 7). Efek ekstrak pada penyerapan minyak zaitun, glukosa, maltosa, sukrosa, dan larutan pati yang diberikan secara oral pada tikus dievaluasi. Konsentrasi ekstrak ditemukan menghambat aktivitas lipase, maltase dan sukrase dengan IC50 masing-masing 0,95, 0,22 dan 0,60 mg / mL. Ketika pemberian oral larutan ekstrak

digunakan pada tikus ICR, ekstrak secara signifikan menghambat peningkatan konsentrasi trigliserida plasma setelah pemuatan minyak zaitun. Ekstrak juga secara signifikan menghambat peningkatan konsentrasi glukosa plasma setelah maltosa, sukrosa atau pemuatan glukosa. Ekstrak tersebut menghambat aktivitas lipase dan glukosidase, yang menyebabkan penurunan penyerapan lemak dan karbohidrat di usus (Ogawa dan Yasaki, 2018). Tanin menunjukkan efek penghambatan aktivitas lipase dan glukosidase, peningkatan trigliserida plasma dan konsentrasi glukosa setelah pemuatan lipid dan karbohidrat. Temuan ini menunjukkan bahwa efek anti-obesitas dan anti-diabetes tidak hanya disebabkan oleh konstituen yang dapat diserap tetapi juga pada konstituen yang tidak dapat diserap yang berperan dalam saluran pencernaan (Ikarashi *et al.*, 2011).

3.5 Analisis Toksikologi *Sonneratia alba*

Uji coba mematikan dengan *Brine Shrimp Lethality Test* (lampiran 8) dilakukan untuk menyelidiki toksisitas ekstrak tumbuhan melalui pemisahan cairan. Sampel ekstrak tumbuhan, dalam rangkap tiga, disiapkan sebagai berikut: masing-masing seratus (100) mg ekstrak / fraksi kasar awalnya dilarutkan dalam 10mL pelarut dimetil sulfoksida (DMSO) dan selanjutnya diencerkan dengan air laut rebus yang telah disaring untuk menghasilkan konsentrasi yang dibutuhkan. Sesuai jumlah ekstrak (5000-, 500-, 50- dan 5- µl) untuk dosis 5000-, 1.000-, 100- dan 10-ppm, masing-masing dipindahkan ke vial yang berisi cakram kertas saring kecil, dikeringkan semalaman agar menguap pelarut, dan selanjutnya dikeringkan di bawah gas nitrogen. Sepuluh larva udang air asin dipindahkan ke masing-masing botol sampel dan air laut rebus yang telah disaring ditambahkan untuk membuat 5 ml volume akhir di masing-masing botol. Tes untuk masing-masing konsentrasi dilakukan dalam rangkap tiga. Dimetil sulfoksida (DMSO) dan podophylotoxin digunakan sebagai kontrol diatur untuk empat konsentrasi dalam

rangkap tiga. Semua botol disimpan di bawah penerangan. Jumlah nauplii yang mati dan hidup dihitung setelah 6 dan 24 jam. Hasilnya dievaluasi dan nilai LC50 akut dan kronis ditentukan dengan menggunakan metode *Reed-Muench*. Paparan akut (6 jam) dan kronis (24 jam) pada ekstrak metanol kasar daun *Sonneratia alba* dan fraksi yang diperoleh melalui pemisahan cairan menunjukkan hasil yang bervariasi. Nilai LC50 untuk ekstrak kasar adalah 817,5 ppm dan 515,8 ppm untuk eksposur akut dan kronis, masing-masing, menunjukkan toksisitas ringan. Sebaliknya, LC50 untuk fraksi pemisahan cairan > 1000 ppm untuk keduanya akut dan paparan kronis yang menunjukkan tidak ada tanda toksisitas pada udang air asin. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan pembuktian bahwa jenis pohon mangrove yang termasuk didalamnya keluarga *Lythraceae*, mendemonstrasikan *Sonneratia alba* non-toksik (Morada *et al.*, 2016).



4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Daun mangrove *Sonneratia alba* memiliki kadar tanin yang tinggi, yakni sebesar 29,12% maka dari itu penggunaannya dalam bahan pangan harus diturunkan dengan fermentasi agar sesuai dengan batas aman konsumsi. Batas aman konsumsi tanin adalah sebesar 0,3%-0,6%. Fermentasi dengan trichoderma terbukti mampu menurunkan kadar tanin hingga 0,23% pada tepung mangrove. Dibutuhkan kadar tanin sebanyak 0,2 % - 0,5% pada pangan untuk mampu menunjukkan efek antiobesitas dan antidiabetes, hal ini memungkinkan tepung daun mangrove yang telah terfermentasi taninnya menjadi 0,23% memiliki potensi yang sama sebagai antiobesitas dan antidiabetes. Tanin juga terbukti berpotensi sebagai antiobesitas dan antidiabetes karena kemampuan yang dimilikinya. Tanin diketahui dapat memacu metabolisme glukosa dan lemak, sehingga timbunan kedua sumber kalori ini dalam darah dapat dihindari. Senyawa ini juga mempunyai aktivitas hipoglikemik yaitu dengan meningkatkan glikogenesis. Analisis toksisitas yang dilakukan pada daun *Sonneratia alba* menunjukkan bahwa *Sonneratia alba* non-toksik dan dapat dijadikan sebagai bahan pangan.

4.2 SARAN

Karena tanin pada daun mangrove *Sonneratia alba* bermanfaat, disarankan dalam pemanfaatan atau pengaplikasiannya harus memperhatikan kadar penggunaannya agar tidak menjadi toksik.

DAFTAR PUSTAKA

Agustono, W., Herviana, dan T. Nurhajati. (2011). Crude Protein Content and Crude Fiber of Kepok Banana Skin (*Musa paradisiaca*) Fermented with *Trichoderma viride* as an Alternative Feed Ingredient in Feed Formulation for Goldfish (*Cyprinus carpio*). *Fisheries Journal*, **4**(1), 53-59. <https://doi.org/10.21107/jk.v4i1.890>

Ashok, P. K., & Upadhyaya, K. (2012). Tannins are astringent. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, **1**(3), 45-50. Diambil dari <https://www.phytojournal.com/archives/2012/vol1issue3/PartA/8.1.pdf>. Diakses pada tanggal 2 Maret 2021 jam 12.00 WIB.

Ardiansyah, Putri Rahayu. (2020). Proksimat Pada Tepung Buah Mangrove *Sonneratia alba*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, **8**(3), 82-87. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.27526>

Atkinson, M. A., Eisenbarth, G. S., & Michels, A. W. (2014). Type 1 diabetes. *The Lancet*, **383**(9911), 69-82. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60591-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60591-7)

Awad, N. E., Kassem, H. A., Hamed, M. A., El-Feky, A. M., Elnaggar, M. A., Mahmoud, K., & Ali, M. A. (2018). Isolation and characterization of the bioactive metabolites from the soil derived fungus *Trichoderma viride*. *Mycology*, **9**(1), 70-80. <https://doi.org/10.1080/21501203.2017.1423126>

Bacanli, M., S. Aydın, A. A. Başaran, and N. Başaran. (2017). Are all phytochemicals useful in the preventing of DNA damage? *Food and Chemical Toxicology*, **109** (Pt 1):210-7. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.09.012>

Banerjee, Debdulal, and Subhadip Mahapatra. (2012). Fungal tannase: a journey from strain isolation to enzyme applications. *Dyn Biochem Process Biotechnol Mol Biol*, **6**(2), 49-60. Diambil dari <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:201786561>. Diakses pada tanggal 2 Maret 2021 jam 12.03 WIB.

Basyuni, M., Bimantara, Y., Siagian, M., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., ... & Leidonad, R. (2018). Developing community-based mangrove management through eco-tourism in North Sumatra, Indonesia. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **126**(1). Dari <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/126/1/012109/meta>. Diakses pada 2 Maret 2021 pukul 12.05 WIB.

Barczak, G. (2017). Writing a Review Article. *Journal of Product Innovation Management*, **34**(2), 120-121. <https://doi.org/10.1111/jpim.12365>

Belur, P. D., & Mugeraya, G. (2011). *Microbial production of tannase: state of the art*. *Research Journal of Microbiology*, **6**(1), 25-40. DOI : 10.3923/jm.2011.25.40

Brophy, S., Davies, H., Mannan, S., Brunt, H., & Williams, R. (2011). Interventions for latent autoimmune diabetes (LADA) in adults. *Cochrane Database of*

Systematic Reviews, (9).
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD006165.pub3>

Budi, S. B., & Dwi, S. T. (2019). *Phytochemicals* and identification of antioxidant compounds from ethanol extract of *Sonneratia alba* leaves and bark. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, **95**(11). DOI: 10.18551/rjoas.2019-11.26

Cahyaningrum, A. (2018). Leptin Sebagai Indikator Obesitas. *Jurnal Kesehatan Prima*, **9**(1), 1364-1371. DOI : 10.32807/jkp.v9i1.58

Cao, H., T.-T. Chai, X. Wang, M. F. B. Morais-Braga, J.-H. Yang, F.-C. Wong, R. Wang, H. Yao, J. Cao, L. Cornara. (2017). *Phytochemicals* from fern species: Potential for medicine applications. *Phytochemistry Reviews*, **16** (3):379–440. <https://doi.org/10.1007/s11101-016-9488-7>

Chatterjee, S., Khunti, K., & Davies, M. J. (2017). Type 2 diabetes. *The Lancet*, **389**(10085), 2239-2251. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30058-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30058-2)

Chen, T. Y., Wang, M. M., Hsieh, S. K., Hsieh, M. H., Chenhgg, W. Y., & Tzen, J. T. (2018). Pancreatic lipase inhibition of strictinin isolated from Pu'er tea (*Cammelia sinensis*) and its anti-obesity effects in C57BL6 mice. *Journal of Functional Foods*, **48**, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.06.020>

Chen, S., Zhou, R., Huang, Y., Zhang, M., Yang, G., Zhong, C., & Shi, S. (2011). Transcriptome sequencing of a highly salt tolerant mangrove species *Sonneratia alba* using Illumina platform. *Marine Genomics*, **4**(2), 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2011.03.005>

Coelho, M., Oliveira, T., & Fernandes, R. (2013). Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Archives of medical science: AMS*, **9**(2), 191. DOI: 10.5114/aoms.2013.33181

Curti, V., A. Di Lorenzo, M. Da Crema, J. B. Xiao, S. M. Nabavi, and M. Daglia. (2017). In vitro polyphenol effects on apoptosis: An update of literature data. *Seminars in Cancer Biology*, **46**, 119–31. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2017.08.005>

Chrissanty, P. A. (2012). Penurunan Kadar Tanin Pada Buah Mangrove Jenis *Brugueira gymnorhiza*, *Rhyzophora stylosa* dan *Avicennia marina* untuk Diolah Menjadi Tepung Mangrove. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, **1**(1), 31-39. <https://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/view/98/296>

Dahibhate, N. L., Saddhe, A. A., & Kumar, K. (2019). Mangrove plants as a source Fathonah, S., Rosidah, R., & Karsinah, K. (2018). Teknologi penepungan kacang hijau dan terapannya pada biskuit. *Jurnal Kompetensi Teknik*, **10**(1), 12-21. of bioactive compounds: A review. *The Natural Products Journal*, **9**(2), 86-97. <https://doi.org/10.2174/2210315508666180910125328>

Das, A. K., Islam, M. N., Faruk, M. O., Ashaduzzaman, M., & Dungani, R. (2020). Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. *South African Journal of Botany*, **135**, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>

Dash, A., Kundu, D., Das, M., Bose, D., Adak, S., & Banerjee, R. (2016). Food biotechnology: A step towards improving nutritional quality of food for asian countries. *Recent patents on biotechnology*, **10**(1), 43-57. DOI: 10.2174/1872208310666160725194502.

De Lorenzo, A., Gratteri, S., Gualtieri, P., Cammarano, A., Bertucci, P., & Di Renzo, L. (2019). Why primary obesity is a disease?. *Journal of translational medicine*, **17**(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12967-019-1919-y>

Dotulong, V., Wonggo, D., & Montolalu, L. A. D. Y. (2018). Phytochemical Content, Total Phenols, and Antioxidant Activity of Mangrove *Sonneratia alba* Young Leaf Through Different Extraction Methods and Solvents. *International Journal of ChemTech Research*, **11**(11), 356-363. Dari <https://pdfs.semanticscholar.org/865a/13e0d053558352b2f38938d9e66c694a95cb.pdf> . Diakses pada tanggal 2 Maret pukul 13.00 WIB.

Dewi, R. K., & Gz, S. (2014). *Diabetes Bukan Untuk Ditakuti*. FMedia. Available from https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=JOPIAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=jenis+jenis+diabetes&ots=XUyUS-2Euu&sig=88r IZ5v3BwejN3kV9p32Jh7 ql&redir_esc=y#v=onepage&q=jenis%20jenis%20diabetes&f=false

Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Edisi 2). (2003). Tannin. Accademic Press. Diambil dari <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/tannin-derivative> . Diakses pada 9 Juli 2021 Pukul 19.00 WIB.

Food and Agriculture Organization (FAO).(1970). No 48a: Toxicological Evaluation Of Some Extraction Solvents And Certain Other Substances. Diambil dari <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48aje01.htm> . Diakses Pada 9 Juli 2021 Pukul 20.00 WIB.

FAO Joint Expert Committee on Food Additives (FAO JECFA).(2009). Tannic Acid . Diambil dari http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograp h7/additive-454-m7.pdf . Diakses Pada 9 Juli 2021 Pukul 20.30 WIB.

Fathonah, S., Rosidah, R., & Karsinah, K. (2018). Teknologi penepungan kacang hijau dan terapannya pada biskuit. *Jurnal Kompetensi Teknik*, **10**(1), 12-21. Diambil dari <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JKT/article/view/17361/8630> . Diakses pada tanggal 20 Mei 2021 Pukul 14.00 WIB.

Fiana, N., & Oktaria, D. (2016). Pengaruh kandungan saponin dalam daging buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*) terhadap penurunan kadar glukosa darah. *Jurnal Majority*, **5**(4), 128-132. Dari <http://jke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/898/806> Diakses pada tanggal 2 Maret pukul 13.10 WIB.

Gautam, S. P., Bundela, P. S., Pandey, A. K., Awasthi, M. K., & Sarsaiya, S. (2012). Optimization of the medium for the production of cellulase by the *Trichoderma viride* using submerged fermentation. *International journal of environmental sciences*, **1**(4), 656. Diambil dari

- <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor.ijes&volume=1&issue=4&article=022> Diakses pada tanggal 2 Maret 2021 pukul 14.05 WIB.
- Gracia, V. D., & Olmedo, J. (2017). Diabetes gestacional: conceptos actuales. *Ginecología y obstetricia de México*, **85**(6), 380-390. Diambil dari http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0300-90412017000600380&script=sci_arttext. Diakses pada tanggal 20 Mei 2021 pukul 15.00 WIB.
- Gawali, P. O. O. N. A. M., & Jadhav, B. L. (2011). Antioxidant activity and antioxidant phytochemical analysis of mangrove species *Sonneratia alba* and *Bruguiera cylindrica*. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.* **13**(2), 257-261. Diambil dari <https://bit.ly/3fAhy2t>. Diakses pada tanggal 20 Mei 2021 pukul 19.15 WIB.
- Gazali, M., Nurjanah., N. Ukhty., M. Nurdin., dan Zuriat. (2020) Skrining senyawa bioaktif daun perepat (*Sonneratia alba* j.e. smith) sebagai antioksidan asal pesisir kuala bubon aceh barat. *JPHPI* 2020, **23**(2). DOI: 10.17844/jphpi.v23i2.31684
- Gülcin, I. (2012). Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of toxicology*, **86**(3), 345-391. <https://doi.org/10.1007/s00204-011-0774-2>
- Gunam, I.B.W., W.R., Aryanta, dan I.B.N.S. Darma. (2011). Produksi Selulase Kasar Dari Kapang *Trichoderma viride* Dengan Perlakuan Konsentrasi Substrat Ampas Tebu Dan Lama Fermentasi. *Jurnal Bilogi*, **15**(2), 29-33. Diambil dari <https://ocs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/603>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2021 pukul 19.00 WIB.
- Hall, G. C. N., Ibaraki, A. Y., Huang, E. R., Marti, C. N., & Stice, E. (2016). A meta-analysis of cultural adaptations of psychological interventions. *Behavior therapy*, **47**(6), 993-1014. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2016.09.005>
- Halimu, R. B. (2016). Analisis Kadar Tanin pada Buah, Daun dan Kulit Batang Mangrove *Sonneratia alba* Dengan Metode Lowenthal-procter. Diambil dari <https://bit.ly/3bltyx8>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2021 pukul 20.00 WIB.
- Halimu, R. B., Sulistijowati, R., & Mile, L. (2017). Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia Alba* | Identification of tannin content in *Sonneratia Alba*. *The NIKe Journal*, **5**(4). <https://doi.org/10.37905/v5i4.5291>
- Hardoko, E. S., Puspitasari, Y. E., & Amalia, R. (2015). Study of ripe *Rhizophora mucronata* fruit flour as functional food for antidiabetic. *International Food Research Journal*, **22**(3), 953-959. Diambil dari https://www.researchgate.net/publication/277978345_Study_of_ripe_Rhizophora_mucronata_fruit_flour_as_functional_food_for_antidiabetic. Diakses pada tanggal 2 Maret 2021 pukul 13.15 WIB.
- Hedayati, M., Sharifi, K., Rostami, F., Daneshpour, M. S., Yeganeh, M. Z., & Azizi, F. (2012). Association between TNF- α promoter G-308A and G-238A polymorphisms and obesity. *Molecular biology reports*, **39**(2), 825-829. DOI 10.1007/s11033-011-0804-4

Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan senyawa metabolit sekunder tanaman (tanin dan saponin) dalam mengurangi emisi metan ternak ruminansia. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, **11**(2), 89-98. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.11.2.89-98>

Ikarashi, N., Takeda, R., Ito, K., Ochiai, W., & Sugiyama, K. (2011). The inhibition of lipase and glucosidase activities by acacia polyphenol. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 272075. <https://doi.org/10.1093/ecam/nej043>

Imran, A., & Efendi, I. (2016). Inventarisasi mangrove di pesisir Pantai Cemara Lombok Barat. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, **1**(1), 105-112. <http://dx.doi.org/10.36312/jupe.v1i1.66>

Indranatan, E. (2014). Pengaruh Substitusi Tepung Buah Mangrove (*Rhizophora Mucronata*) Dengan Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Dan Kadar Tanin Kerupuk. *Doctoral dissertation*, Universitas Brawijaya. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/133888>

Jariyah, J., Yektiningsih, E., Sarofa, U., & Sopadeo, P. A. (2018). Effect of Partial Replacement of Wheat Flour with Various Mangrove Fruit Flours and Different Emulsifiers on Physicochemical Properties of Biscuits. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, **1**(2), 152-161. <https://doi.org/10.32734/injar.v1i2.318>

Koeslulat, E. E., & Prabawa, S. B. (2019). Kandungan Antinutrisi Tepung Buah *Sonneratia Spp* Dan *Rhizophora Mucronata* Dari Kabupaten Kupang. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, **13**(2), 105-116. DOI: <https://doi.org/10.20886/jpth.2019.13.2.105-116>

Landete, J. M. (2011). Ellagitannins, ellagic acid and their derived metabolites: a review about source, metabolism, functions and health. *Food research international*, **44**(5), 1150-1160. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.027>

Limanan, D. (2013). Hantaran sinyal leptin dan obesitas: hubungannya dengan penyakit kardiovaskuler. *eJournal Kedokteran Indonesia*, 144-155. <https://doi.org/10.23886/ejki.1.2063.144-155>

Lin, L. T., Chen, T. Y., Chung, C. Y., Noyce, R. S., Grindley, T. B., McCormick, C., ... & Richardson, C. D. (2011). Hydrolyzable tannins (chebulagic acid and punicalagin) target viral glycoprotein-glycosaminoglycan interactions to inhibit herpes simplex virus 1 entry and cell-to-cell spread. *Journal of virology*, **85**(9), 4386-4398. DOI: 10.1128/JVI.01492-10

Littell, J. H., & Corcoran, J. (2010). Systematic reviews. The handbook of social work research methods, 313-339. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2850726>

Lumempouw, L. I., Paendong, J., Momuat, L. I., & Suryanto, E. (2019). Potensi Antioksidan dari Ekstrak Etanol Tongkol Jagung (*Zea mays L.*). *Chemistry Progress*, **5**(1). <https://doi.org/10.35799/cp.5.1.2012.654>

Mabrurroh, A. I. (2015). Uji aktivitas antioksidan ekstrak tanin dari daun rumput bambu (*lopaththerum gracile brongn*) dan identifikasinya. *Doctoral*

- dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
<http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/3229>
- Mailoa, M. N., Mahendradatta, M., Laga, A., & Djide, N. (2013). Tannin extract of guava leaves (*Psidium guajava* L) variation with concentration organic solvents. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 2(9), 106-110. Diambil dari <https://bit.ly/2Rum9vn> . Diakses pada 20 Mei 2021 pukul 15.00 WIB.
- Mal, S., & Pal, D. (2021). Tannins and Polyphenols Extracted from Natural Plants and Their Versatile Application. *Bioactive Natural Products for Pharmaceutical Applications*, 715-757. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2_21
- Manavalan, T., Manavalan, A., & Heese, K. (2015). Characterization of lignocellulolytic enzymes from white-rot fungi. *Current microbiology*, 70(4), 485-498. <https://doi.org/10.1007/s00284-014-0743-0>
- Melati, I., Mulyasari, M., & Azwar, Z. I. (2012). Pengaruh fermentasi menggunakan *Trichoderma viride* dan *Phanerochaete chrysosporium* serta gabungan keduanya terhadap komposisi nutrisi tepung jagung sebagai bahan baku pakan ikan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(1), 41-47. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.7.1.2012.41-47>
- Mitter, C. S. (2015). Investigation of bioactive principles from leaf extracts of *Sonneratia alba*. *American International Journal of Contemporary Scientific Research*, 2(8), 75-81. Diambil dari <https://aijcsr.com/index.php/aij/article/view/95/94> . Diakses pada tanggal 21 Mei 2021 pukul 12.00 WIB.
- Morada, N. J., Metillo, E. B., Uy, M. M., & Oclarit, J. M. (2011). Anti-diabetic polysaccharide from mangrove plant, *Sonneratia alba* Sm. In *Proceedings of the International Conference on Asia Agriculture and Animal, International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, 13, 197-200. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:46718370>
- Morada, N. J., Metillo, E. B., Uy, M. M., & Oclarit, J. M. (2016). Toxicity and hypoglycemic effect of tannin-containing extract from the mangrove tree *Sonneratia alba* Sm. *Bull Environ Pharmacol Life Sci Bull*, 5(6), 58-64. Diambil dari <https://bit.ly/3oErUCG> . Diakses pada 19 Mei 2021 pukul 21.00 WIB.
- Mulyatun, M. (2019). Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Berbasis Potensi Lokal; Alternatif Ketahanan Pangan Berupa Tepung Magrove. Dimas: *Jurnal Pemikiran Agama untuk Pemberdayaan*, 18(2), 211-238. DOI: 10.21580/dms.2018.182.3260.
- Neethu, K., Rubeena, M., Sajith, S., Sreedevi, S., Priji, P., Unni, K. N., ... & Benjamin, S. (2012). A novel strain of *Trichoderma viride* shows complete lignocellulolytic activities. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, Vol 3 (5). DOI:10.4236/abb.2012.38142
- Noorfarahzilal, M., Lee, J. S., Sharifudin, M. S., Fadzelly, M. A., & Hasmadi, M. (2014). Applications of composite flour in development of food products.

- International Food Research Journal*, **21**(6), 2061. Diambil dari <https://bit.ly/2Rv4Pq4>. Diakses pada 20 Mei 2021 pukul 14.00 WIB.
- Ogawa, S., & Yazaki, Y. (2018). Tannins from acacia mearnsii de wild. bark: Tannin determination and biological activities. *Molecules*, **23**(4), 837. DOI: 10.3390/molecules23040837
- Palmatier, R. W., Houston, M. B., & Hulland, J. (2018). Review articles: Purpose, process, and structure. *Journal of The Academy of Marketing Science* **46**: 1-5 Diambil dari <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-017-0563-4> Diakses pada tanggal 3 Maret 2021 pukul 12.00 WIB.
- Paputungan, Z., Wonggo, D., & Kaseger, B. E. (2017). Uji Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Buah Mangrove *Sonneratia alba* Di Desa Nunuk Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Sulawesi Utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, **5**(3), 96-102. <https://doi.org/10.35800/mthp.5.3.2017.16866>
- Patra, A. K., Min, B. R., & Saxena, J. (2012). Dietary tannins on microbial ecology of the gastrointestinal tract in ruminants. *Dietary phytochemicals and microbes*, 237-262. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3926-0_8
- Pautasso, M. (2013). Ten Simple Rules for Writing a Literature Review. *PLoS Comput Biol*, **9**(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003149>
- Popova, A., & Mihaylova, D. (2019). Antinutrients in plant-based foods: A review. *The Open Biotechnology Journal*, **13**(1). DOI: 10.2174/1874070701913010068
- Pramu, P. (2018). Efek Fermentasi *Trichoderma* Sp. Terhadap Kadar Selulosa, Protein Dan Tanin Pada Pakan Hijauan Potensi Antelmintik. Prosiding Ilmu Ilmu Peternakan. DOI: <http://dx.doi.org/10.36626/jppp.v15i28.19>
- Pulungan, M. H., Putri, S. R. G., & Perdani, C. G. (2020). Formulasi pembuatan cookies dengan metode linear programming. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **8**(4), 208-218. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jpa.2020.008.04.4>
- Pursetyo, K. T., Tjahjaningsih, W., & Andriyono, S. (2013). Analisis Potensi *Sonneratia* sp. di Wilayah Pesisir Pantai Timur Surabaya Melalui Pendekatan Ekologi dan Sosial-Ekonomi [Potency Analysis Of *Sonneratia* sp. At East Coast Surabaya Through Ecology and Social Economy Studies]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, **5**(2), 129-138. Diambil dari <https://e-journal.unair.ac.id/JIPK/article/viewFile/11395/6442>. Diakses pada tanggal 21 Mei 2021 pukul 12.00 WIB.
- Putra, I. W. D. P., Dharmayudha, A. A. G. O., & Sudimartini, L. M. (2016). Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, **5**(5), 464-473. Diambil dari <https://bit.ly/3bL3Bh9>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2021 pukul 17.00 WIB.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouysegou, L. (2011). Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis.

Angewandte Chemie International Edition, **50**(3), 586-621.
<https://doi.org/10.1002/anie.201000044>

Rachmi, C. N., Li, M., & Baur, L. A. (2017). Overweight and obesity in Indonesia: prevalence and risk factors—a literature review. *Public Health*, **147**, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2017.02.002>

Rahbini, R., Heryanto, H., Rachmat, B., & Rhofita, E. I. (2016). Rancang bangun alat pengering tipe rak sistem double blower. *SENTIA 2016*, **8**(2). Diambil dari <http://sentia.polinema.ac.id/index.php/SENTIA2016/article/viewFile/118/112>. Diakses pada tanggal 21 Mei 2021 pukul 14.00 WIB.

Rahim, A. C., & Bakar, M. F. A. (2018). Pidada—*Sonneratia caseolaris* In Exotic Fruits (pp. 327-332). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00043-5>

Rahman, M. (2013). Medical applications of fermentation technology. In *Advanced Materials Research, Trans Tech Publications Ltd*, **810**, 127-157. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.810.127>

Rahmania, N., Herpandi, H., & Roziwan, R. (2018). Phytochemical test of mangrove *Avicennia alba*, rhizopora apiculata and *Sonneratia alba* from musi river estuary, south sumatera. *Biovalentia: Biological Research Journal*, **4**(2). Diambil dari <https://bit.ly/2TaTonR>. Diakses pada tanggal 20 Mei 2021 pukul 13.00 WIB.

Ramdhani, A., Ramdhani, M. A., & Amin, A. S. (2014). Writing a Literature Review Research Paper: A step-by-step approach. *International Journal of Basic and Applied Science*, **3**(1), 47-56. Diambil dari <http://digilib.uinsgd.ac.id/5129/1/08IJBAS%283%29%281%29.pdf>. Diakses pada 3 Maret 2021 pukul 13.30 WIB.

Ramdhani, M. A., & Ramdhani, A. (2014). Verification of research logical framework based on literature review. *International Journal of Basic and Applied Science*, **3**(2), 1-9. Diambil dari https://www.researchgate.net/publication/311735508_Verification_of_Research_Logical_Framework_Based_on_Literature_Review. Diakses pada tanggal 3 Maret 2021 pukul 14.00 WIB.

Rizal, A., Sahidin, A., & Herawati, H. (2018). Economic value estimation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity International Journal*, **2**(1), 98-100. DOI: 10.15406/bij.2018.02.00051

Ruderman, N. B., Carling, D., Prentki, M., & Cacicedo, J. M. (2013). AMPK, insulin resistance, and the metabolic syndrome. *The Journal of clinical investigation*, **123**(7), 2764-2772. DOI : 10.1172/JCI67227

Saad, S., Taher, M., Susanti, D., Qaralleh, H., & Awang, A. F. I. B. (2012). In vitro antimicrobial activity of mangrove plant *Sonneratia alba*. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, **2**(6), 427-429. doi:10.1016/s2221-1691(12)60069-0

Sahoo, G., Mulla, N. S. S., Ansari, Z. A., & Mohandass, C. (2012). Antibacterial activity of mangrove leaf extracts against human pathogens. *Indian*

- journal of pharmaceutical sciences, **74**(4), 348. DOI: 10.4103/0250-474X.107068
- Sáinz, N., Barrenetxe, J., Moreno-Aliaga, M. J., & Martínez, J. A. (2015). Leptin resistance and diet-induced obesity: central and peripheral actions of leptin. *Metabolism*, **64**(1), 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2014.10.015>
- Sarofa, U., Mulyani, T., & Wibowo, Y. A. (2013). Pembuatan Cookies Berserat Tinggi Dengan Memanfaatkan Tepung Ampas Mangrove (*Sonneratia caseolaris*). *Jurnal Teknologi Pangan*, **5**(2). Diambil dari <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/teknologi-pangan/article/view/403>. Diakses pada tanggal 20 Mei 2021 pukul 12.15 WIB.
- Sergeant, T., Vanderstraeten, J., Winand, J., Beguin, P., & Schneider, Y. J. (2012). Phenolic compounds and plant extracts as potential natural anti-obesity substances. *Food chemistry*, **135**(1), 68-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.074>
- Setiarto, R. H. B., & Widhyastuti, N. (2017). Penurunan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum melalui fermentasi *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Berita Biologi*, **15**(2), 149-157. DOI: 10.14203/beritabiologi.v15i2.2295
- Setyani, W. S., P. R. Sarjono, dan N. S. Mulyani. 2011. Uji Aktivitas *Trichoderma viride* dalam Hidrolisis Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Variasi Temperatur dan Waktu Inkubasi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. **14**(1):12-16. <https://doi.org/10.14710/jksa.14.1.12-16>
- Shah, S., Nasreen, S., & Sheikh, P. A. (2012). Cultural and morphological characterization of *Trichoderma* spp. associated with green mold disease of *Pleurotus* spp. in Kashmir. *Research Journal of Microbiology*, **7**(2), 139. DOI : 10.3923/jm.2012.139.144
- Shofiana, I. (2020). Uji aktivitas antibakteri pada Bakteri Salmonella sp. dengan ekstrak kulit batang, daun dan buah Mangrove *Sonneratia caseolaris* *Doctoral dissertation*, UIN Sunan Ampel Surabaya. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/43075>
- Siahaya, V. G., Moniharapon, T., Mailoa, M. N., & Leatemia, J. A. (2017). Potential of Mangrove Apples (*Sonneratia alba*) as a Botanical Insecticide. *Modern Applied Science*, **12**(1), 1. <https://doi.org/10.5539/mas.v12n1p1>
- Singh, D., and P. K. Chaudhuri. 2018. A review on phytochemical and pharmacological properties of Holy basil (*Ocimum sanctum* L.). *Industrial Crops and Products*, **118**, 367–82. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.048>
- Siswanto, Djoko dan L. Aniwati. (2011). Aspek Klinis dan Laboratoris Adinopektin. Handbook Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran UNAIR Surabaya. Diambil dari <https://www.slideshare.net/andreei/rkk19>. Diakses pada 20 Mei 2021 pukul 20.00 WIB.

Soares, S., Mateus, N., & de Freitas, V. (2012). Carbohydrates inhibit salivary proteins precipitation by condensed tannins. *Journal of agricultural and food chemistry*, **60**(15), 3966-3972. <https://doi.org/10.1021/jf3002747>

Soenardjo, N., & Supriyanti, E. (2017). Analisis Kadar Tanin Dalam Buah Mangrove *Avicennia marina* Dengan Perebusan Dan Lama Perendaman Air Yang Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*, **20**(2), 90-95. <https://doi.org/10.14710/jkt.v20i2.1701>

Suarni dan H Subagio. (2013). Prospek pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. **32** (3), 47-55. Diambil dari <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jppp/article/view/1236> Diakses pada tanggal 3 Maret 2021 pukul 15.15 WIB.

Sulistiyawati, W., & Kumalaningsih, S. (2012). Produksi tepung buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza* LAMK.) rendah tanin dan HCN sebagai bahan pangan alternatif. *Jurnal Teknologi Pertanian*, **13**(3), 187-198. Diambil dari <https://bit.ly/3u8J6BI> . Diakses pada 19 Mei 2021 pukul 15.15 WIB.

Tamang, J. P., Thapa, N., Tamang, B., Rai, A., & Chettri, R. (2015). Microorganisms in Fermented Foods and Beverages, 1-110. Available from https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=RJC9BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Microorganisms+in+fermented+foods+and+beverages.+Health+benefits+of+fermented+foods+and+beverages.+1-110.&ots=CGQtJPRJQn&sig=z1YJV0bKwiQ4HyCN7BeH5QB_Ufk&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Tanjung, R., Hamzah, F., & Efendi, R. (2016). Lama fermentasi terhadap mutu teh daun sirsak (*Annona muricata* L.) . *Doctoral dissertation*, Riau University. Dari <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/12237> Diakses pada tanggal 3 Maret 2021 pukul 15.45 WIB.

Tarakan, N. K., & Cahyadi, J. (2020). Inhibiting *Vibrio harveyi* infection in *Penaeus monodon* using enriched *Artemia salina* with mangrove fruit *Sonneratia alba* extract. *AACL Bioflux*, **13**(3). Diambil dari <http://bioflux.com.ro/docs/2020.1674-1681.pdf> . Diakses pada 18 Mei 2021 pukul 17.00 WIB

Thanabalasingham, G., & Owen, K. R. (2011). Diagnosis and management of maturity onset diabetes of the young (MODY). *Bmj*, **343**. <https://doi.org/10.1136/bmj.d6044>

Thakur, S., Scanlon, M. G., Tyler, R. T., Milani, A., & Paliwal, J. (2019). Pulse flour characteristics from a wheat flour miller's perspective: A comprehensive review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, **18**(3), 775-797. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12413>

Usman, U., Malik, M., Ekwanda, R. R. M., & Hariyanti, T. (2020). Toksisitas Ekstrak Etanol Mangrove *Sonneratia alba* terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, **2**(3), 222-227. <https://doi.org/10.25026/jsk.v2i3.149>

- Vilela, A. (2019). The importance of yeasts on fermentation quality and human health-promoting compounds. *Fermentation*, **5**(2), 46. <https://doi.org/10.3390/fermentation5020046>
- Vinayagam, R., J. B. Xiao, and B. J. Xu. (2017). An insight into anti-diabetic properties of dietary phytochemicals. *Phytochemistry Reviews*, **16** (3):535–53. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9496-2>
- Wee, A. K., Teo, J. X. H., Chua, J. L., Takayama, K., Asakawa, T., Meenakshisundaram, S. H., ... & Webb, E. L. (2017). Vicariance and oceanic barriers drive contemporary genetic structure of widespread mangrove species *Sonneratia alba* J. Sm in the Indo-West Pacific. *Forests*, **8**(12), 483. <https://doi.org/10.3390/f8120483>
- Wetland. (2021). *Sonneratia alba*. Diambil dari http://www.wetlands.or.id/mangrove/mangrove_species.php?id=41 Diakses pada 20 Mei 2021 pukul 19.00 WIB.
- Widjanarko, S. B., Estiasih, T., & Sopade, P. A. (2014). Pasting properties mixtures of mangrove fruit flour (*Sonneratia caseolaris*) and starches. *International Food Research Journal*, **21**(6), 2161. Diambil dari <https://www.proquest.com/openview/c98da4473441132ab165c89f3736afa9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=816390> . Diakses pada 21 Mei 2021 pukul 16.00 WIB
- Wignyanto, W., & Kumalaningsih, S. (2013). Low Tannins and HCN of Lindur Fruit Flour Products as an Alternative Food. *Jurnal Teknologi Pertanian*, **13**(3). Diambil dari <https://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/373> . Diakses Pada 2 Maret 2021 Pukul 16.05 WIB.
- Wijayanti, Rina. (2021). Handbook Farmasi: Golongan Polifenol dan Tanin. Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Diambil dari <https://farmasi.fkunissula.ac.id/sites/default/files/POLIFENOL%20DAN%20TANIN.pdf> . Diakses pada 8 Juli 2021 Pukul 19.00 WIB.
- Wulandari, T., & Zulkaida, A. (2012). Self regulated behavior pada remaja putri yang mengalami obesitas. *Proceeding PESAT*, **2**, 1858-2559. Diambil dari <https://www.proquest.com/openview/c98da4473441132ab165c89f3736afa9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=816390> . Diakses pada tanggal 21 Mei 2021 pukul 13.05 WIB.
- Xiao, J. B., & Hogger, P. (2015). Dietary polyphenols and type 2 diabetes: current insights and future perspectives. *Current medicinal chemistry*, **22**(1), 23-38. Diambil dari <https://bit.ly/3bMcyqF> . Diakses pada 20 Mei pukul 08.00 WIB.
- Xiao, J. B. 2017. Dietary flavonoid aglycones and their glycosides: Which show better biological significance? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **57**:1874–905. Diambil dari <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cmc/2015/00000022/00000001/art00005> . Diakses pada tanggal 21 Mei 2021 pukul 13.25 WIB

Xu, T., and B. Y. Lu. 2018. The effects of *phytochemicals* on circadian rhythm and related diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1493678>

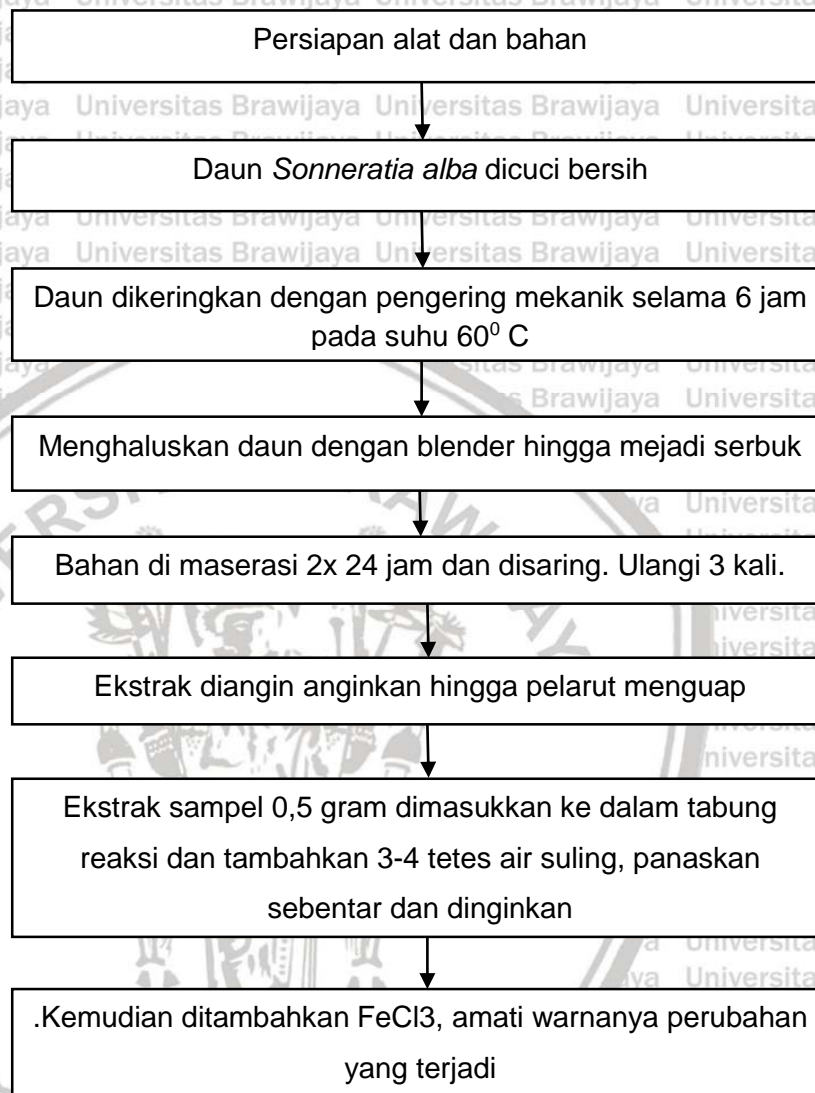
Yubin, J. I., Miao, Y., Bing, W., & Yao, Z. (2014). The extraction, separation and purification of alkaloids in the natural medicine. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(1), 338-345. Diambil dari <https://bit.ly/3hMcPO8> . Diakses pada tanggal 21 Mei 2021 pukul 17.00 WIB.

Zhao, C., C. F. Yang, B. Liu, L. Lin, S. D. Sarker, L. Nahar, H. Yu, H. Cao, and J. B. Xiao. 2018a. Bioactive compounds from marine macroalgae and their hypoglycemic benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 72,1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.001>

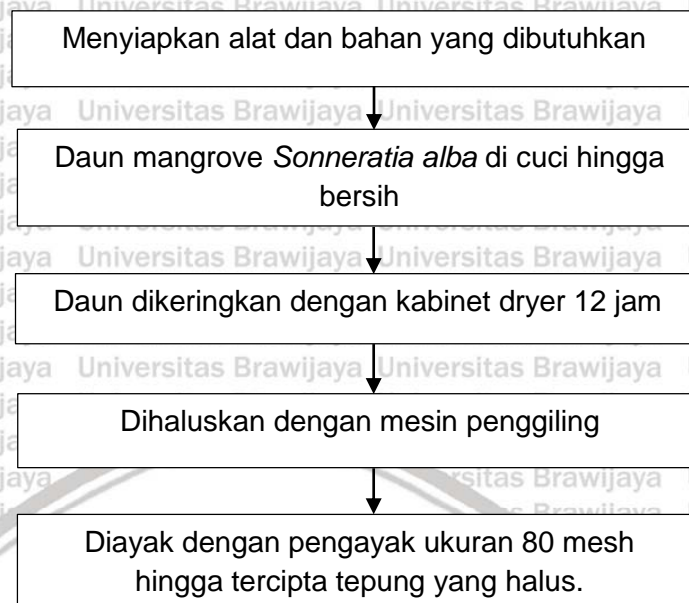


LAMPIRAN

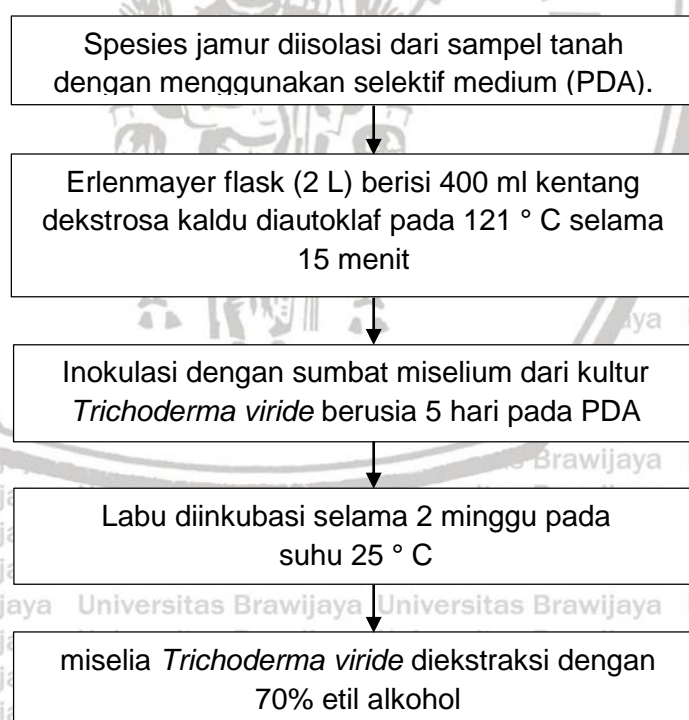
Lampiran 1. Tahapan Ekstraksi Daun *Sonneratia alba*



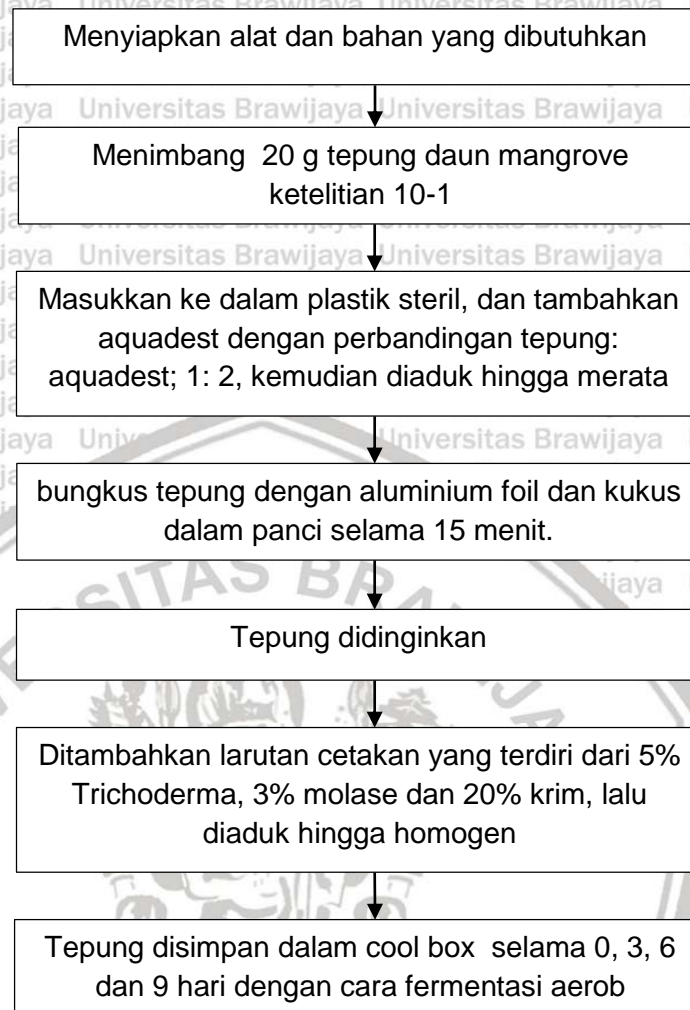
Lampiran 2. Skema Pembuatan Tepung *Sonneratia alba*



Lampiran 3. Produksi dan Inokulasi *Trichoderma viride*



Lampiran 4. Skema Fermentasi dengan *Trichoderma viride*



Lampiran 5. Skema Uji Aktivitas Lipase Pankreas Secara In Vitro

Aktivitas lipase ditentukan dengan mengukur laju pelepasan asam oleat dari triolein. Suspensi 90 μmol triolein, 12,6 μmol lesitin dan 9,45 μmol asam taurocholic dalam 9 ml 0,1 M buffer Tris (pH 7,0) disonikasi selama 10 menit untuk pelarutan substrat

Tanin (konsentrasi akhir: 0, 0,02, 0,1, 0,25, 0,5, 1,0 atau 2,0 mg ml⁻¹) dan orlistat (konsentrasi akhir: 0, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 atau 200 μg ml⁻¹), yang merupakan digunakan sebagai kontrol positif, diencerkan dengan buffer 0,1 M Tris (pH 7,0).

Selanjutnya, 50 μl lipase pankreas (2 mg ml⁻¹ dalam buffer Tris), 100 μl larutan substrat dan 100 μl larutan sampel dicampur dan inkubasi dilakukan pada suhu 37 ° C selama 30 menit

Campuran dicampur dengan 1 ml kloroform-n-heptana (1: 1) yang mengandung 2% metanol dan diekstraksi dengan cara dikocok selama 5 menit.

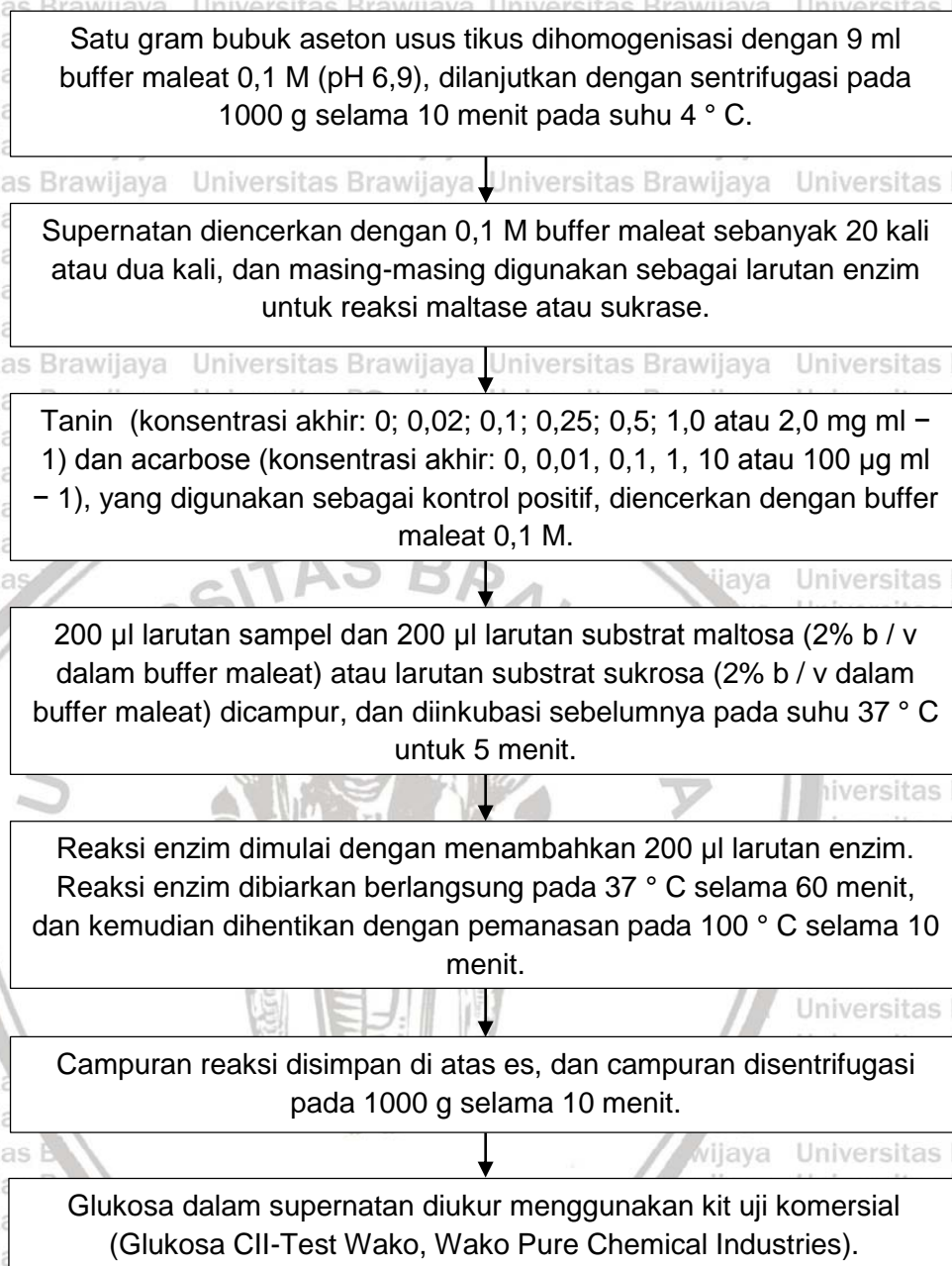
Campuran disentrifugasi pada 1000 g selama 5 menit, dan fase air bagian atas dihilangkan dengan penghisapan

Reagen tembaga (700 μl) kemudian ditambahkan ke fase organik yang lebih rendah.

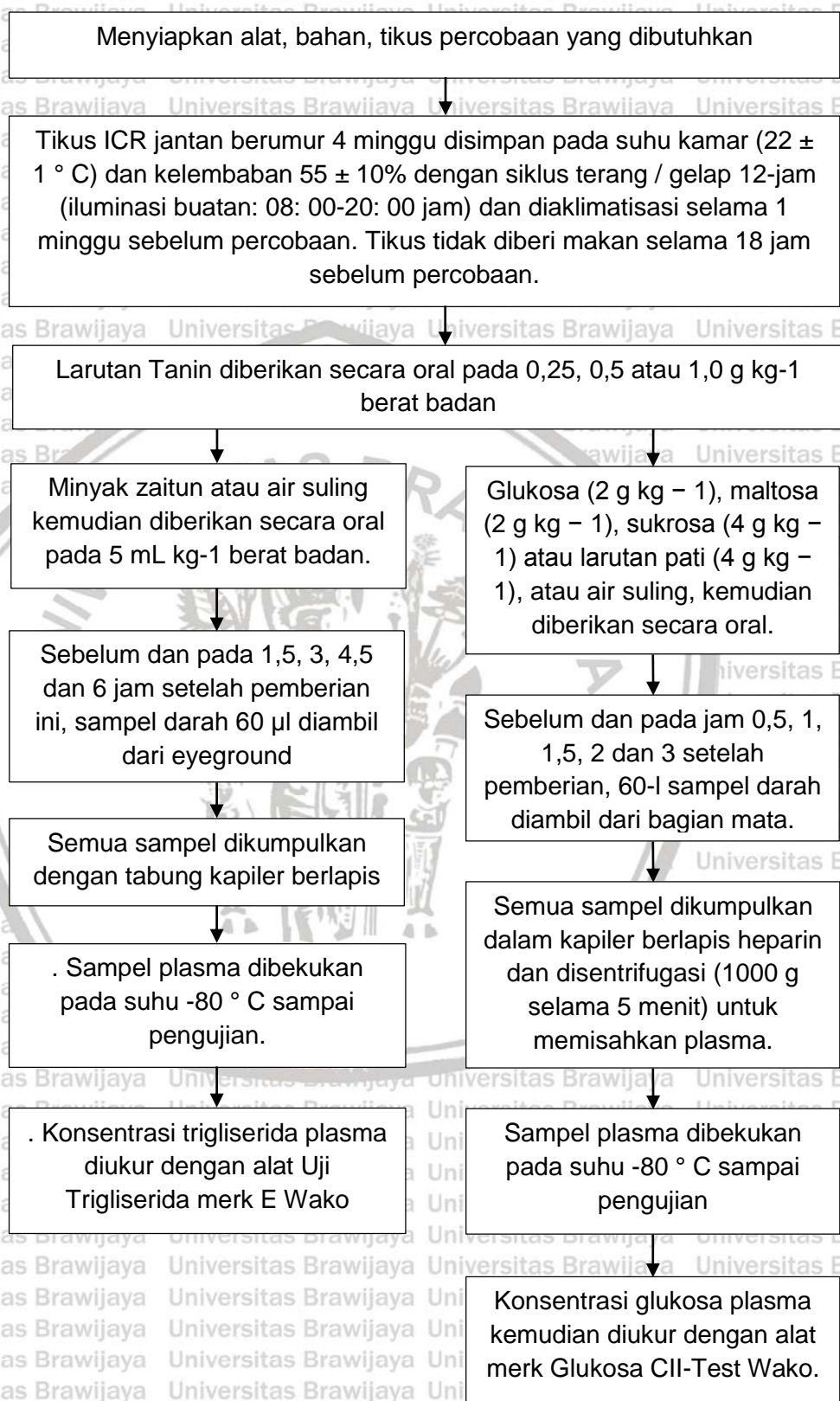
Tabung kemudian dikocok selama 5 menit dan campuran disentrifugasi pada 1000 g selama 5 menit, setelah itu 0,5 ml fase organik atas (yang mengandung garam tembaga dari asam lemak yang diekstraksi) diolah dengan 0,5 ml bathocuproine 0,1%. dalam kloroform yang mengandung 0,05% 3- (2) -tert-butil-4-hidroksianisol

Absorbansi diukur pada 490 nm menggunakan spektrofotometer U-2800

Lampiran 6. Skema Uji Aktivitas α -Glukosidase In Vitro



Lampiran 7. Skema Uji Penyerapan Lipid dan Karbohidrat In Vivo



Lampiran 8. Skema Uji Toksisitas *Sonneratia alba*

Menyiapkan alat, bahan dan sampel. Sampel ekstrak tumbuhan dalam rangkap tiga

Masing-masing seratus (100) mg ekstrak / fraksi kasar awalnya dilarutkan dalam 10mL pelarut dimetil sulfoksida (DMSO) dan selanjutnya diencerkan dengan air laut rebus yang telah disaring untuk menghasilkan konsentrasi yang dibutuhkan.

Sesuai jumlah ekstrak (5000-, 500-, 50- dan 5- µl) untuk dosis 5000-, 1.000-, 100- dan 10-ppm, masing-masing dipindahkan ke vial yang berisi cakram kertas saring kecil, dikeringkan semalaman agar menguap pelarut, dan selanjutnya dikeringkan di bawah gas nitrogen.

Sepuluh larva udang air asin dipindahkan ke masing-masing botol sampel dan air laut rebus yang telah disaring ditambahkan untuk membuat 5 ml volume akhir di masing-masing botol

Tes untuk masing-masing konsentrasi dilakukan dalam rangkap tiga.

Dimetil sulfoksida (DMSO) dan podophylotoxin digunakan sebagai kontrol diatur untuk empat konsentrasi dalam rangkap tiga. Semua botol disimpan di bawah penerangan.

Jumlah nauplii yang mati dan hidup dihitung setelah 6 dan 24 jam